



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

## ÚSTAV INFORMATIKY

INSTITUTE OF INFORMATICS

## NÁVRH POČÍTAČOVÉ SÍTĚ SPOLEČNOSTI

CORPORATE COMPUTER NETWORK DESIGN

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Václav Freml

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.

BRNO 2021

# Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav informatiky  
Student: **Václav Frel**  
Studijní program: Systémové inženýrství a informatika  
Studijní obor: Manažerská informatika  
Vedoucí práce: **Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.**  
Akademický rok: 2020/21

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává bakalářskou práci s názvem:

## Návrh počítačové sítě společnosti

### Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod  
Vymezení problému a cíle práce  
Analýza současného stavu  
Teoretická východiska práce  
Vlastní návrhy řešení  
Závěr  
Seznam použité literatury  
Přílohy

### Cíle, kterých má být dosaženo:

Navrhnout počítačovou síť.

### Základní literární prameny:

DONAHUE, G. A. Kompletní průvodce síťového experta. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2009. 528 s. ISBN 978-80-251-2247-1.

DORDAL, P. L. An Introduction to Computer Networks - Second Edition. 2. vyd. Loyola University of Chicago: Department of Computer Science, 2020.

HORÁK, J. a M. KERŠLÁGER. Počítačové sítě pro začínající správce. 5. aktualiz. vyd. Brno: Computer Press, 2011. 303 s. ISBN 978-80-251-3176-3.

JORDÁN, V. a V. ONDRÁK. Infrastruktura komunikačních systémů I: univerzální kabelážní systémy. 2. vyd. Brno: CERM, Akademické nakladatelství, 2015. ISBN 978-80-214-5115-5.

TANENBAUM A. S. a D. J. WETHERALL. Computer Networks. 5. vyd. Boston: Prentice Hall, 2011.  
ISBN: 978-0-13-212695-3.

TRULOVE, J. Sítě LAN: hardware, instalace a zapojení. 1. vyd. Praha: Grada, 2009. 384 s. ISBN 978-80-247-2098-2.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně dne 28.2.2021

L. S.

---

Mgr. Veronika Novotná, Ph.D.  
ředitel

---

doc. Ing. Vojtěch Bartoš, Ph.D.  
děkan

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem modernizace počítačové sítě pro základní školu. První část práce obsahuje analýzu aktuálního stavu datové sítě budovy a potřeby a požadavky investora. Druhá část shrnuje potřebnou teorii a základní potřebné informace pro porozumění návrhu. Návrh samotný je obsažen ve třetí části práce, je zde vypracován návrh řešení kabeláže, zvolené prvky a ekonomické zhodnocení.

## **Abstract**

This bachelor thesis deals with the design of computer network modernization for primary school. The first part of the thesis contains an analysis of the current state of the building data network and the needs and requirements of the investor. The second part summarizes the necessary theory and the basic information needed to understand the design. The design itself is included in the third part of the work, there is a proposal for cabling solutions, selected elements and economic evaluation.

## **Klíčová slova**

Počítačová síť, topologie, kategorie, třída, optické kabely, metalické kabely, aktivní prvky, TCP/IP, RJ45

## **Key words**

Computer network, topology, class, optical fiber cables, copper cables, active components, TCP/IP, RJ45

### **Bibliografická citace**

FREML, Václav. *Návrh počítačové sítě společnosti*. Brno, 2021. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/132233>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav informatiky. Vedoucí práce Viktor Ondrák.

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne \_\_\_\_ . května 2021

.....

podpis studenta

## **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat vedoucímu své bakalářské práce Ing. Viktoru Ondrákovi Ph.D. a oponentu práce Ing. Ondřeji Hriadelovi za připomínky, rady, nápady i tipy na vylepšení mé bakalářské práce a za čas, který věnovali mně a mojí práci a pomohli tak k jejímu vytvoření.

## Obsah

Úvod.....	11
Cíl práce .....	12
1    Analýza současného stavu .....	13
1.1    Základní informace o instituci .....	13
1.2    Popis prostorů .....	13
1.2.1    Popis druhého patra .....	14
1.2.2    Popis třetího patra.....	16
1.3    Analýza HW a SW .....	18
1.3.1    Analýza stávající sítě.....	18
1.3.2    HW analýza .....	18
1.3.3    SW analýza.....	18
1.4    Požadavky investora .....	19
1.5    Shrnutí analýzy .....	19
2    Teoretická východiska práce.....	20
2.1    Počítačová síť .....	20
2.1.1    Rozdělení sítí podle rozsahu .....	20
2.1.2    Rozdělení sítí podle topologie.....	21
2.2    Referenční model ISO/OSI.....	23
2.2.1    Popis jednotlivých vrstev modelu ISO/OSI .....	24
2.3    Architektura TCP/IP .....	25
2.3.1    Popis jednotlivých vrstev architektury TCP/IP .....	26
2.4    Architektura Ethernet .....	28
2.4.1    Základní rozdělení Ethernetu .....	28
2.5    Kabelážní systém.....	29
2.5.1    Normy kabelážních systémů .....	29



2.5.2	Základní pojmy kabelážních systémů .....	30
2.5.3	Sekce kabelážních systémů .....	31
2.6	Přenosová prostředí .....	32
2.6.1	Metallická kabeláž.....	32
2.6.2	Optická kabeláž .....	34
2.6.3	Bezdrátový přenos.....	35
2.7	Spojovací prvky kabeláže .....	36
2.7.1	Konektory.....	36
2.7.2	Přepojovací panely .....	37
2.7.3	Datové zásuvky .....	38
2.8	Prvky pro organizaci kabeláže.....	38
2.8.1	Datové rozvaděče .....	38
2.8.2	Organizéry.....	39
2.9	Prvky vedení kabelážních tras .....	39
2.10	Prvky značení kabeláže.....	41
2.11	Aktivní prvky.....	42
2.11.1	Opakovač (Repeater) .....	42
2.11.2	Rozbočovač (Hub).....	42
2.11.3	Přepínač (Switch) .....	42
2.11.4	Směrovač (Router).....	42
3	Vlastní návrh řešení .....	43
3.1	Návrh technologie přenosu.....	43
3.2	Návrh topologie sítě.....	43
3.3	Návrh přípojných míst .....	43
3.4	Výběr kabeláže .....	46
3.4.1	Páteřní sekce.....	46
3.4.2	Horizontální sekce.....	47

3.4.3	Pracovní sekce .....	48
3.5	Návrh kabelových tras .....	48
3.5.1	Páteční sekce .....	48
3.5.2	Horizontální sekce .....	48
3.5.3	Vedení kabelových tras .....	49
3.6	Prvky vedení kabeláže .....	49
3.7	Spojovací prvky kabeláže .....	51
3.7.1	Datové zásuvky .....	51
3.7.2	Konektory .....	52
3.7.3	Patch panely .....	53
3.8	Prvky organizace kabeláže .....	53
3.8.1	Datové rozvaděče .....	53
3.8.2	Organizéry kabeláže .....	54
3.8.3	Napájecí panely .....	55
3.8.4	Vázací pásy .....	55
3.9	Identifikační značení .....	56
3.9.1	Systém značení zásuvek a portů .....	56
3.9.2	Značení rozvaděčů .....	57
3.9.3	Značení patch panelů .....	57
3.9.4	Značení kabelů .....	57
3.10	Ekonomické zhodnocení .....	57
3.10.1	Celkové náklady .....	59
4	Závěr .....	60

## ÚVOD

V době dnešního rozmachu informačních technologií je třeba držet krok s dobou. Ve školství je technika hojně využívána a zastaralá síť může být nepříjemný problém. Učitelé potřebují počítače a připojení z různých důvodů, jako například přístupu k materiálům, sdílení souborů, evidenci docházky, známkování a opravy testů. U žáků by zase neměla být zanedbána výuka v oblasti IT techniky, nemluvě o množství zařízení, jako chytré tabule, televize a projektory, které je možno nainstalovat do učeben k zatraktivnění výuky zejména pro menší děti a celkové zlepšení vyučování. Školy navíc více než dříve kupují notebooky a tablety, zanedbána by neměla být ani bezdrátová síť. Proto je zájmem školy, aby měla kvalitní datové připojení pro ty, kteří zde působí. Ve své práci tedy budu navrhovat modernizaci sítě pro základní školu.

## **CÍL PRÁCE**

Cílem práce je navrhnout spolehlivou komunikační infrastrukturu s výhledem do budoucna zejména v počtu přípojných míst pro školu v rámci dvou jejích pater. Síť musí zohledňovat požadavky investora a normy a předpisy, které se pojí s počítačovými sítěmi. Školu jsem si zvolil zejména díky mému snadnému přístupu k veškeré dokumentaci a umožnění volného pohybu po prostorách a konzultaci s pracovníky. Díky tomu budu schopen dobře zanalyzovat a zjistit veškeré aspekty, které se budou tohoto návrhu dotýkat.

# 1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

V této části práce shrnu základní informace o instituci, popíšu budovu, současný stav a požadavky investora.

## 1.1 Základní informace o instituci

ZŠ a MŠ Brno, Antonínská 3, p.o. nacházející se v městské části Brno-střed je školou s rozšířenou výukou cizích jazyků. Budova funguje jako škola více než sto let, počet dětí ve třídách se pohybuje okolo 25, v rámci zaměstnanců je počet pedagogických pracovníků 50 a dále zde působí provozní personál jako školník, kuchařky a pracovnice úklidu.

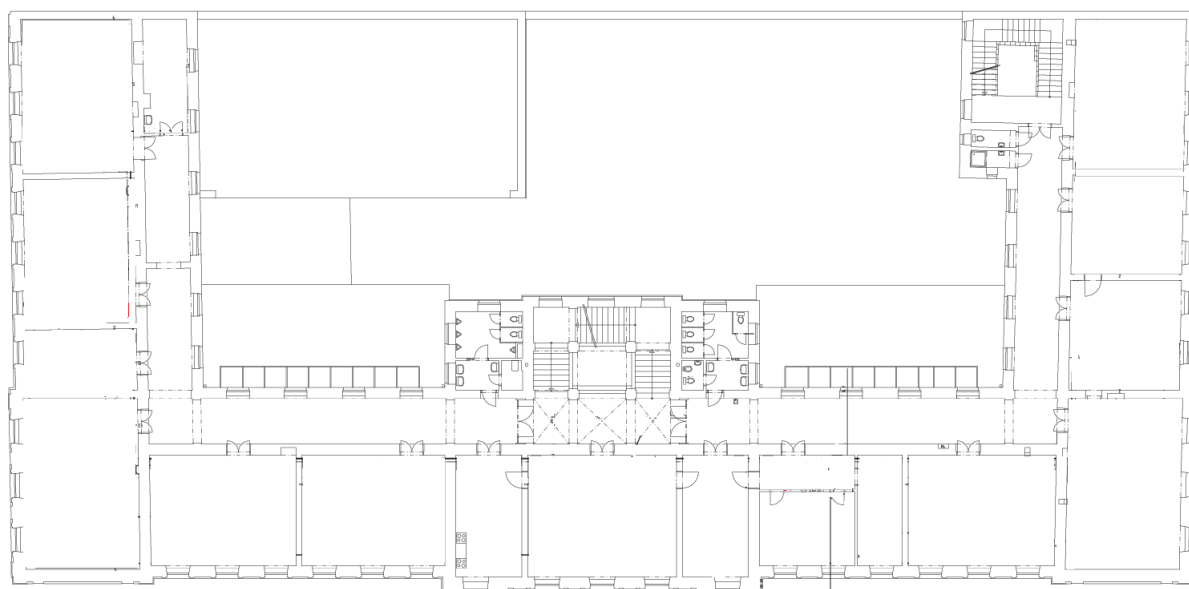
## 1.2 Popis prostorů

Škola má tři patra a přízemí, dvůr a k němu sportoviště. Disponuje fungující elektrickou i datovou sítí ve všech třech patrech, datová síť však nestačí potřebám doby. V přízemí se nachází dílny a sklady náradí, tělocvičny, šatny provozního personálu, umývárny a sociální zázemí, kabiny tělocvikářů, baletní sál, keramická dílna, sklady učebnic a kotelna. Není zde důvod pro množství přípojných míst. V prvním patře se nachází vchod a vestibul, vrátnice, šatny žáků, školní družina a školní jídelna, tělocvična, byt školníka a sociální zázemí, ve zbytku pár tříd a kabinetů, není zde kladen důraz na větší množství přípojných míst. V tomto návrhu půjde o síť v rámci druhého a třetího patra. Nejsou zde žádné zdvojené stropy či podlahy, trasy tedy budou vedeny kanály.



### 1.2.1 Popis druhého patra

Druhé patro školy sestává celkem z 32 místností s primárním využitím pro učebny a kabinety. Ve středu patra se nachází sociální zázemí, kabinety, ředitelna a učebny, které pokračují do křídel budovy. Jedná se o kompletní zděné patro, bez zdvojených podlah či stropů, pro tažení tras je možné využít kabelových žlabů podél stopů. Připojovaná zařízení jsou primárně počítače, k tomu v učebnách projektory a v kabinetech tiskárny.

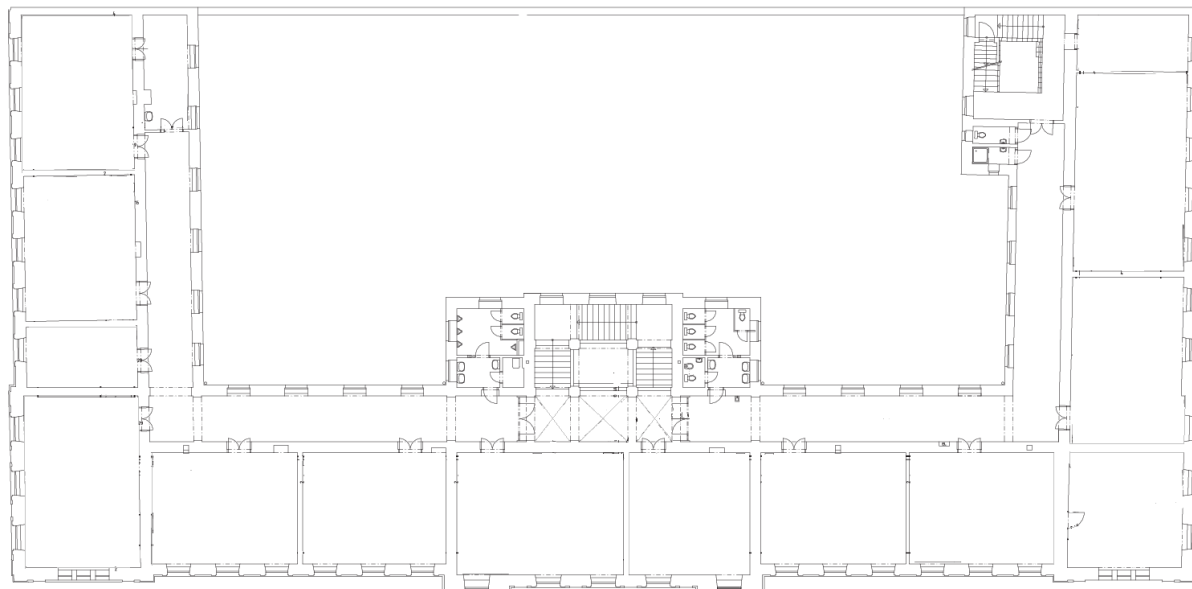


Tabulka 1: Analýza druhého patra. (vlastní)

číslo místnosti	účel místnosti	účel přípojných míst	Rozloha $m^2$
201	Schodiště		31.1
202	Hala		29.2
203	Učebna	PC, projektor	65.0
204	Cvičná kuchyň	PC	28.8
205	Učebna	PC, projektor	56.2
206	Učebna	PC, projektor	57.7
207	Učebna	PC, projektor	70.5
208	Kabinet	PC, tiskárna	24.0
209	Učebna	PC	57.2
210	Učebna	PC, projektor	61.5
211	Kabinet	PC, tiskárna	18.4
212	Chodba		20.4
213	Chodba		84.5
214	Předsíň WC chlapci		4.7
215	WC chlapci		10.5
216	Úklidová místnost		2.2
217	Hygienická kabina		2.4
218	WC dívky		10.9
219	Předsíň WC dívky		4.6
220	Chodba		107.3
221	Ředitelna	PC	28.8
222	Předsíň		12.8
223	Kancelář	PC	25.3
224	Kancelář zástupce ředitele	PC, tiskárna	17.6
225	Učebna	PC, projektor	57.9
226	Učebna fyziky	PC, projektor	70.0
227	Kabinet fyziky	PC, tiskárna	43.9
228	Kabinet chemie	PC, tiskárna	39.2
229	Učebna chemie	PC, projektor	60.3
230	Prostor schodiště		32.9
231	WC učitelé		2.8
232	Sprcha učitelé		2.8

### 1.2.2 Popis třetího patra

Třetí patro má obdobné účely jako patro druhé, jedná se o 28 místností, především učebny a kabinety. Architektura je obdobná jako u patra druhého. Přípojných míst je užito na připojení počítačů, v učebně je připojen dataprojektor, v kabinetu tiskárna pro učitele.





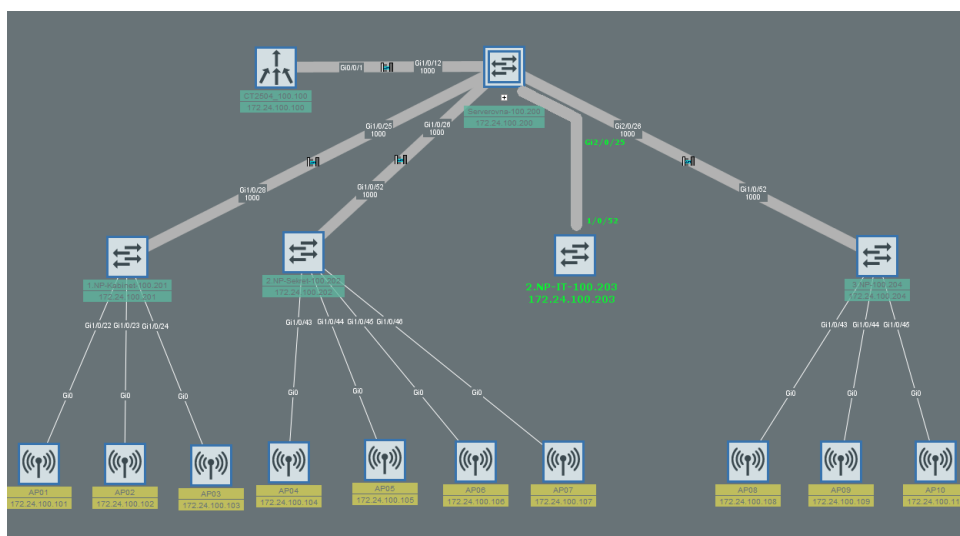
Tabulka 2: Analýza třetího patra. (vlastní)

číslo místnosti	účel místnosti	účel přípojných míst	Rozloha $m^2$
301	Schodiště		39.6
302	Hala		30.1
303	Učebna	PC, projektor	72.1
304	Učebna	PC, projektor	56.5
305	Učebna	PC, projektor	58.1
306	Učebna	PC, projektor	70.1
307	Kabinet	PC, tiskárna	24.0
308	Učebna	PC, projektor	93.6
309	Učebna	PC, projektor	25.7
310	Kabinet	PC, tiskárna	18.3
311	Chodba		105.8
312	Předsíň WC chlapci		4.7
313	WC chlapci		10.5
314	Úklidová místnost		2.2
315	Předsíň WC dívky		4.6
316	WC dívky		10.9
317	Hygienická kabina		2.4
318	Chodba		107.1
319	Učebna	PC, projektor	52.7
320	Učebna	PC, projektor	56.9
321	Učebna	PC, projektor	58.8
322	Přírodovědný kabinet	PC, tiskárna	46.9
323	Učebna, AP	PC, projektor	67.4
324	Učebna	PC, projektor	77.6
325	Kabinet	PC, tiskárna	22.0
326	Prostor schodiště		33.6
327	WC učitelé		2.6
328	Sprcha učitelé		2.6

## 1.3 Analýza HW a SW

### 1.3.1 Analýza stávající sítě

Stávající trasy jsou vedeny po vnitřní straně učeben vždy na straně k chodbě. Jsou zde již vyvrtány otvory mezi učebnami, tudíž trasy budou vedeny skrz ně. Rozvaděče jsou v současné době pro druhé a třetí patro celkem tři, v rámci patra druhého se nachází v místnostech 209 a 223, v rámci patra třetího v místnosti 303.



Obrázek 1: Logické schéma sítě

### 1.3.2 HW analýza

Je zde pokrytí obou pater signálem Wi-Fi, to je však slabé. Na pracovišti učitele se nachází přípojka pro jeho NTB, a to jak ve třídě, tak v kabinetě. Dále se ve většině učeben nachází dataprojektor s datovou přípojkou. Učitelé využívají síťových tiskáren. Z počtu přípojných míst jsou již některá nefunkční z důvodu porušení kabelu či vadné datové zásuvce. V celkovém souhrnu jsou připojovaná zařízení tedy počítače a notebooky, tiskárny, mobilní zařízení jako smartphone a tablety, interaktivní tabule a chytré televize a dataprojektory.

### 1.3.3 SW analýza

Škola používá administrativní systém pro výuku Edookit – obsahuje online třídní knihu, žákovskou knížku a další administraci spojenou s výukou, přihlašují se do něj jak učitelé, tak rodiče/žáci ze školy i z domu. Zaměstnanci i žáci dále potřebují přístup ke sdíleným diskům

v síti kvůli dostupnosti různých výukových materiálů, je tedy třeba, aby počítače byly neustále připojené k síti a doméně školy. Zaměstnanci a žáci dále využívají klasických nástrojů, obsažených v balíku Office 365. Zařízení jsou kromě politik domény spravována ještě službou ESET Protect, která běží i na serveru, případně vzdáleně nastavována klientem Wayk.

#### **1.4 Požadavky investora**

V budově je fungující datová síť, ale, vzhledem ke stáří budovy a rozšiřujícím se požadavkům na informační služby, nedostačující. V celém patře je požadováno lepší pokrytí signálem sítě Wi-Fi, z důvodu práce učitelů na noteboocích i připojení mobilních zařízení, případně i dále připojení zařízení žáků, dále více přípojných míst v kabinetech i v učebnách, z důvodu možného rozšíření počítačových učeben a budoucí interaktivní počítačové výuce a obecně modernizace celé sítě. Dále je požadováno v každé učebně funkční datové připojení pro projektor. Investor by rád udržel minimální rozsah zásahů do budovy, v čemž nevidím problém, jelikož nové trasy povedou přes nynější vyvrtané otvory.

#### **1.5 Shrnutí analýzy**

V analýze jsou shrnuty informace o škole, popis jednotlivých pater budovy a je zde uveden hlavní používaný software. S provedenou analýzou jsem spokojen, mám možnost znovu si budovu projít, kvůli případným nejasnostem. Investor neklade žádné náročné požadavky, hlavními body jsou silná Wi-Fi, zvýšení počtu přípojných míst a modernizace. Koncepce budovy není složitá, počty přípojných míst do místností jsou opakující se. Není zde třeba dbát na nějaké zvláštní prvky v budově, které by síť případně mohla narušit, ani zde není zvláštní riziko, kterému by byla síť vystavena.

## 2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

Tato část obsahuje základní pojmy z oboru počítačových sítí, které jsou nutné pro porozumění obsahu práce.

### 2.1 Počítačová síť

Je to ucelený systém hardwarových a softwarových prvků zajišťujících komunikaci počítačů. (3)

Jedná se o množinu technických prostředků, které zajišťují možnost komunikace. Fyzicky kabelážní systém. Je tvořen kabely, konektory, přepojovacími kabely, rozvaděči, kabelovými trasami. Součástí jsou i aktivní prvky jako switch a router. (4)

#### 2.1.1 Rozdělení sítí podle rozsahu

Jedno ze základních dělení sítí je dle jejich rozsahu. Některá tato rozdělení se již v dnešní době stírají, ale stále je důležité je jmenovat.

##### a) PAN

Personal area network. Tyto sítě se typicky vyznačují rozsahem zhruba v dosahu jedné osoby. Příkladem může být počítač a k němu připojené periferie. Toho bývá v dnešní době často dosaženo technologií Bluetooth, jejíž zástupci jsou např. bezdrátové klávesnice, myši, sluchátka, webkamery a jiná vstupně-výstupní zařízení. Případně může spojení fungovat i kabelově, např. USB připojení. (5)

##### b) LAN

Local area network. Zpravidla privátní lokální síť. Rozsah se pohybuje od domácnosti přes podlaží po malou budovu. Slouží většinou pro sdílení informací, komunikaci nebo sdílení zařízení jako tiskárny, scannery. Zařízení se obvykle připojují přes Access point, bezdrátové zařízení. Další možností je Ethernet. Vyznačují se vyšší rychlostí, malým zpožděním a malou chybovostí přenosu. (5)

### **c) MAN**

Metropolitan area network. Propojení zpravidla v rozsahu města. Historickým příkladem může být propojení kabelové televize v rámci města nebo distribuce internetu standardem IEEE 802.16 – WiMAX. (5)

### **d) WAN**

Wide area network. Pokrývá velkou geografickou oblast, region či stát. Jedná se o propojení větších celků, například celých LAN sítí. (5)

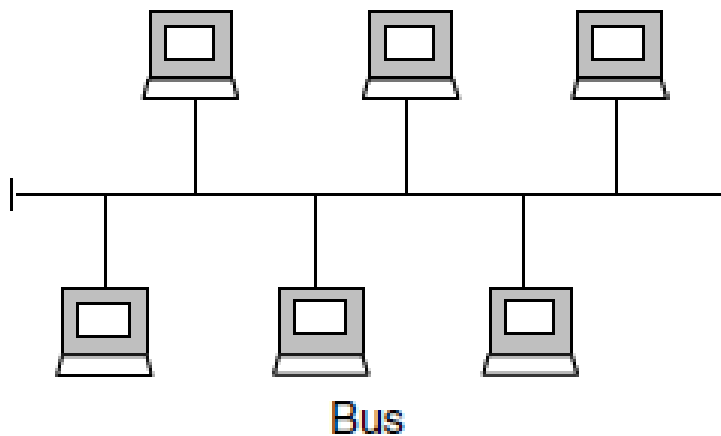
### **e) Internet**

Je považován za největší WAN síť. Propojuje mnoho různých sítí založených na různých technologiích, připojení funguje většinou přes síť patřící poskytovateli internetových služeb (ISP – Internet service provider). (5)

## **2.1.2 Rozdělení sítí podle topologie**

### **a) BUS**

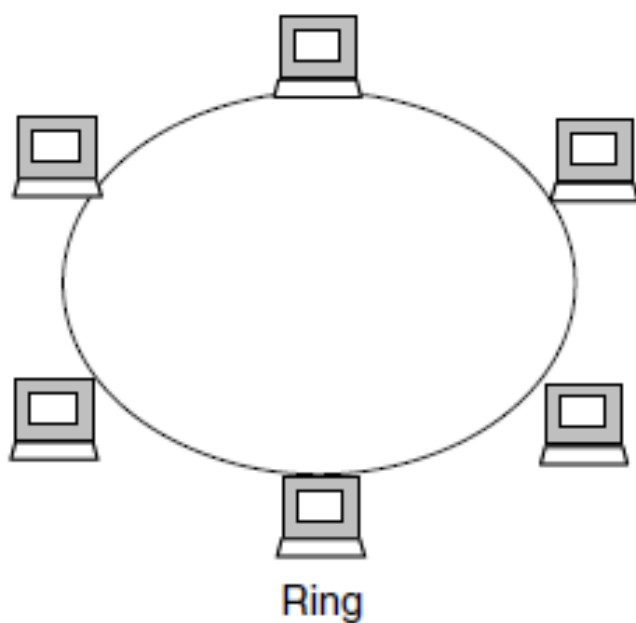
Sběrnice. V této topologii jsou všechna zařízení propojena přes jedno sdílené médium. Jednalo se zpravidla o koaxiální kabel. Všechna data jsou posílána po tomto médiu, zařízení tedy mohou monitorovat komunikaci ostatních zařízení. Jelikož zde mohou nastat konflikty, je nutné definovat striktní pravidla pro komunikaci. (6)



Obrázek 2: Topologie BUS. (6)

## b) RING

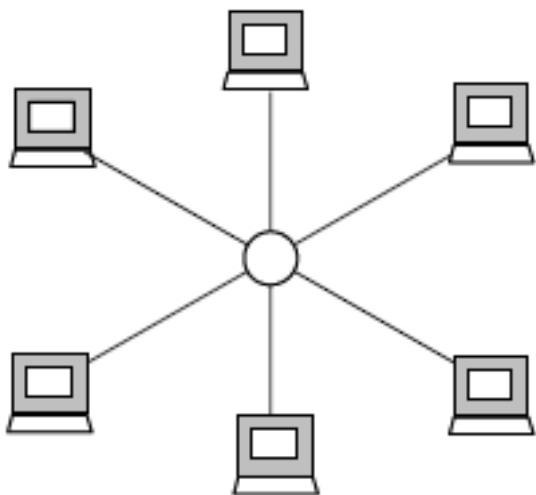
Kruh. Zařízení jsou v rámci této topologie připojena vždy k předchozímu, přičemž poslední zařízení je připojeno zpět k prvnímu, uzavírají tedy kruh. Signál je rekonstituován na každém zařízení. Typickým příkladem této topologie je Token-Ring. (6)



Obrázek 3: Topologie RING. (6)

### c) STAR

Hvězda. Všechna zařízení jsou připojena k centrálnímu hubu nebo switchi, přes který prochází i veškerá komunikace. (6)



Obrázek 4: Topologie STAR. (6)

## 2.2 Referenční model ISO/OSI

Je obecným modelem definujícím síťovou komunikaci. Obsahuje celkem 7 na sebe navazujících vrstev, horní tři orientované aplikačně, dolní tři orientované na přenos. (4)

V prvopočátcích byly sítě vyvíjeny více firmami. To způsobilo jejich uzavřenost a nekompatibilitu. Cílem bylo však propojovat větší oblasti. Bylo tak třeba vytvořit pravidla pro přenos dat v sítích a mezi nimi. ISO (International Standards Organization), mezinárodní ústav pro normalizaci, tedy vyvinul referenční model OSI (Open Systems Interconnection). Princip modelu je v tom, že vyšší vrstva přejme požadavek od podřizené vrstvy a po zpracování jej předá vrstvě nadřizené. Spolupráci sousedících vrstev (vertikální komunikace), probíhající vždy a pouze mezi sousedními vrstvami, má na starost výrobce sítě, komunikaci stejnohlých vrstev v rámci dvou sítí (horizontální komunikace) jsou definovány modelem. Požadavek je vyslán vrstvou aplikační a postupně předáván vrstvami až k fyzické vrstvě, představující kabelážní systém. Po fyzické vrstvě probíhá skutečný přenos do druhé sítě. (3, 4, 5)



Obrázek 5: Referenční model ISO/OSI. (vlastní)

## 2.2.1 Popis jednotlivých vrstev modelu ISO/OSI

### a) Fyzická vrstva

Stará se o přenos bitů přes komunikační kanál. Musí být zabezpečeno, že když jedna strana pošle bit s hodnotou „1“, druhá strana jej přijme jako bit s hodnotou „1“, nikoliv jako hodnotu „0“. Typickými otázkami při řešení je např. jaké elektrické signály budou reprezentovat bitové stavy, jak dlouho bitový signál trvá, zdali může komunikace probíhat současně obousměrně, kolik pinů má síťový konektor a k čemu jsou jednotlivé piny využity. V souhrnu se jedná o elektrické nebo optické, mechanické a funkční vlastnosti. (3, 5)

### b) Linková vrstva

Balí data do tzv. datových rámců o určité velikosti a posílá je odděleně přes fyzické médium. Příjemce může potvrdit přijetí takového rámce zpět tzv. potvrzovacím rámcem. Pracuje s fyzickými adresami, provádí kontrolu adres. Obsahuje také podvrstvu Media Access Control, která řídí přístup ke sdílenému médiu. (3, 5)



### **c) Síťová vrstva**

Základní jednotkou vrstvy je paket. Vrstva má za úkol směřovat pakety (routing) s daty mezi uzly (počítači či sítěmi), se kterými neexistuje žádné přímé spojení. Zajišťuje volbu trasy paketu. Spravuje zhlacení v síti, zajišťuje QoS (kvalita služeb – souhrn požadavků na přenos). (3, 5)

### **d) Transportní vrstva**

Primárním úkolem je dělení dat na pakety a zajištění, aby byla správně přijata druhou stranou, z důvodu jejich možného pomíchání při přenosu a doručení správné aplikaci. Rozhoduje také, jaký způsob přenosu bude využit. (5)

### **e) Relační vrstva**

Zprostředkuje pro komunikující spojení, zajišťuje jeho udržení a ukončení. (5)

### **f) Prezentační vrstva**

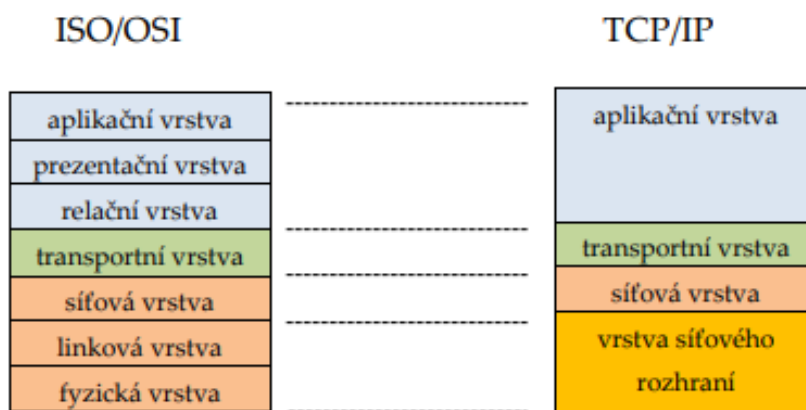
Zajišťuje kódování dat. Komunikující totiž mohou data kódovat jinak. Zabezpečí, že příjemce bude datům správně rozumět. (3)

### **g) Aplikační vrstva**

Obsahuje množství protokolů a sužeb, které jsou používány uživateli ke komunikaci. Příkladem hojně užívaného protokolu je protokol HTTP, dalšími mohou být protokoly pro přenos souborů po síti, elektronická pošta či vzdálená správa zařízení. (3, 5)

## **2.3 Architektura TCP/IP**

Architektura vznikla v USA na rozrůstající se síti ARPANET, předchůdci dnešního Internetu, který začal propojovat stovky škol a institucí pomocí telefonních linek. Později začaly přibývat nové technologie spojení, jako rádiové nebo satelitní, a bylo třeba definovat standardy. V této architektuře jsou vrstvy ISO/OSI sloučeny do 4. (5)



Obrázek 6: Architektura TCP/IP. (5)

### 2.3.1 Popis jednotlivých vrstev architektury TCP/IP

#### a) Vrstva síťového rozhraní

Nejnižší vrstva popisuje, co musí spoj, jako například Ethernet, splňovat pro zabezpečení komunikace pro síťovou vrstvu. Slučuje fyzickou a linkovou vrstvu ISO/OSI. (5)

#### b) Síťová vrstva

Tato vrstva má stejný úkol, jako její protějšek v modelu ISO/OSI. Směřovat pakety, zajistit adresaci a správné doručení. Využívá dvou protokolů – IP (Internet Protocol) a ICMP (Internet Control Message Protocol). (5)

Pro adresaci využívá tzv. IP adres. Každá stanice v síti má svoji vlastní. Dnes se používá standard IPv4 (i když by měl být postupně nahrazován standardem IPv6). IP adresa, v rámci IPv4, je složena ze čtyř osmibitových čísel oddělených tečkou, dále je doplněna maskou sítě. V rámci uživatelských nastavení jsou adresy zobrazovány v desítkové soustavě. Masku určuje rozdělení IP adresy na adresu sítě a adresu zařízení v této síti. (3)

#### c) Transportní vrstva

Má stejný úkol, jako v ISO/OSI modelu, stará se tedy o spojení. Využívá k tomu dvou protokolů – TCP a UDP. (5)

TCP je protokol, jež vytváří pro aplikační vrstvu iluzi spolehlivého přenosu. Data jsou převzata od aplikace, rozdělena na segmenty, očíslována a seřazena k odeslání. Po navázání spojení jsou segmenty odesílány, dále je kontrolováno potvrzení o jejich přijetí druhou stranou. (3)

UDP je protokolem jednodušším a méně spolehlivým. Nestará se o potvrzení přijetí dat druhou stranou. Je využíván například aplikacemi, pro které není důležitá správnost doručení, ale okamžitost. (3, 5)

#### **d) Aplikační vrstva**

Je tvořena protokoly, které spolupracují s programy. Každé spojení protokolu má jednoznačně určeno číslo portu. (12)

- DNS – systém doménových jmen, protokol používá porty TCP/53 i UDP/53. (12)
- DHCP – dynamické přidělování síťových informací jako například: výchozí brána, maska sítě, IP adresa, klient komunikuje na UDP portu 68, server naslouchá na UDP portu 67. (12)
- FTP – přenos souborů po síti, FTP běžně pracuje na dvou portech, 21 a 20 a běží výhradně přes TCP. (12)
- TFTP – jednoduchý protokol pro přenos souborů, TFTP používá port 69. (12)
- HTTP – přenos hypertextových dokumentů (WWW), používá obvykle port TCP/80. (12)
- IMAP – (Internet Message Access Protocol) umožňuje manipulovat s jednotlivými e-mail zprávami na poštovním serveru. - Protokol IMAP standardně používá port 143 protokolu TCP. (12)
- NTP – synchronizace času (šíření přesného času) NTP používá User Datagram Protocol (UDP) na portu 123. (12)
- POP3 – (Post Office Protocol) protokol pro získání pošty z poštovního serveru. - Protokol POP3 má pro své účely vyhrazen TCP port 110. (12)
- SMTP – zasílání elektronické pošty, SMTP funguje nad protokolem TCP, používá port TCP/25 pro komunikaci mezi poštovními servery a port TCP/587 pro příjem e-mailů od e-mailových klientů. (12)
- SNMP – (Simple Network Management Protokol) je určen pro správu síťových uzlů. Standardně využívá port 161. (12)

- Telnet – protokol virtuálního terminálu, serverová část standardně naslouchá na portu číslo 23. (12)
- SSH – bezpečný shell, server standardně naslouchá na portu TCP/22. (12)

## **2.4 Architektura Ethernet**

Realizuje fyzickou a linkovou vrstvu ISO/OSI modelu a definuje protokoly pro tyto vrstvy (u architektury TCP/IP se jedná o vrstvu síťového rozhraní). Nejrozšířenější standard pro LAN sítě, vyvinutý firmou Xerox v roce 1976. Je definován organizací IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) jako IEEE 802.3.

### **2.4.1 Základní rozdělení Ethernetu**

#### **a) 10 Mbit/s (10BASE)**

Na dnešní poměry rychlost velice pomalá a nepoužívaná.

- 10BASE-2, 10BASE-5
  - Základem byl koaxiální kabel, délka jednoho kabelového segmentu maximálně 185 m, maximální počet uzlů na segment 30. (3)
- 10BASE-T
  - Ve své době nejvíce populární, základem je kroucená dvojlinka (UTP) při maximální délce segmentu 100 m s konektorem RJ-45. (3)
- 10BASE-F
  - Využívá optický kabel při maximální délce segmentu 2 km. (3)

#### **b) 100 Mbit/s (100BASE)**

V rámci této normy již nelze využít koaxiální kabel. (3)

- 100BASE-TX
  - Nestíněná nebo stíněná kroucená dvojlinka s maximální délkou segmentu 100 m a konektorem RJ-45. (3)
- 100BASE-FX
  - Využití optických kabelů s maximální délkou segmentu 412 m/10 000 m, podle použitého kabelu. (3)

### c) Gigabitový Ethernet (1000BASE)

Disponuje rychlostí 1000 Mbit/s, určeno pro kroucenou dvojlinku a optické kabely. (3)

- 1000BASE-LX, 1000BASE-SX
  - Použití optiky s krátkovlnným a dlouhovlnným zdrojem světla. Vzdálenosti se pohybují od 220 m po 5 km. (3)
- 1000BASE-T
  - Použití všech 4 párů kroucené dvojlinky s konektorem RJ-45. (3)

### d) 10GB Ethernet (10GBASE)

Norma založená na využití optických kabelů pro velké vzdálenosti. Určena pro použití v sítích MAN a WAN. (3)

## 2.5 Kabelážní systém

Jedná se o základ počítačové sítě, využívaný pro fyzický přenos dat. Je definován množinou norem, kterými by se měl řídit. Ty popisují vše od systému instalace až po zabezpečení.

### 2.5.1 Normy kabelážních systémů

Mezinárodní normy (ISO/IEC 11801) se dělí na americké a evropské – ty jsou dále děleny na jednotlivé národní normy. Pro tento projekt budou důležité normy české. (4)

- ČSN EN 50173-1 – univerzální kabelážní systémy – všeobecné požadavky
- ČSN EN 50173-2 - univerzální kabelážní systémy – kancelářské prostory
- ČSN EN 50173-3 - univerzální kabelážní systémy – průmyslové prostory
- ČSN EN 50173-4 - univerzální kabelážní systémy – obytné prostory
- ČSN EN 50174-1 - instalace kabelových rozvodů – specifikace a zabezpečení kontroly
- ČSN EN 50174-2 - instalace kabelových rozvodů – plánování a postupy instalace v budovách
- ČSN EN 50174-3 - instalace kabelových rozvodů – projektová příprava a výstavba vně budov

## 2.5.2 Základní pojmy kabelážních systémů

**Kategorie** je klasifikací materiálů použitých při instalaci. Důležitým kritériem je kmitočet (MHz). (4)

**Třída** klasifikuje samotnou aplikaci, finální výsledek po instalaci, tedy kabeláž jako celek. (4)

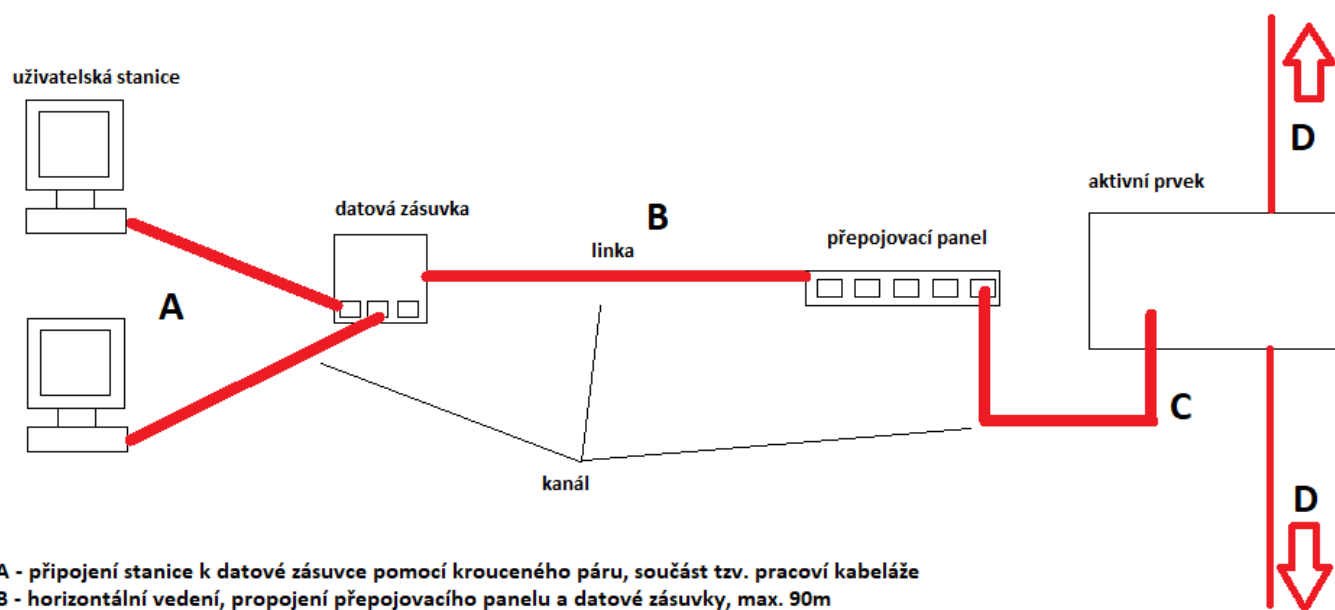
Tabulka 3: Třídy a kategorie kabeláže. (podle 4, vlastní)

třída	kategorie	frekvenční rozsah	použití
A	1	<100 kHz	analogový spoj
B	2	<1 MHz	ISDN
C	3	<16 MHz	10BASE Ethernet
	4	<20 MHz	Token Ring
D	5	<100 MHz	100BASE, 1000BASE Ethernet
E	6	<250 MHz	ATM
E <sub>A</sub>	6A	<500 MHz	1000BASE Ethernet
F	7	<60 MHz	1000BASE Ethernet
F <sub>A</sub>	7A	<1000 MHz	1000BASE Ethernet

**Linka** je propojením konektoru v přepojovacím panelu a datové zásuvky. Maximální délka elektrického vedení je 90 m. (4)

**Kanál** je složen z linky a pracovního vedení – připojení zařízení na pracovišti plus připojení přepojovacího panelu k aktivnímu prvku v datovém rozvaděči. Maximální délka elektrického vedení je 100 m. (4)

Obrázek 7: Schéma kanálu a linky. (podle 4, vlastní zpracování)



A - připojení stanice k datové zásuvce pomocí krouceného páru, součást tzv. pracovní kabeláže

B - horizontální vedení, propojení přepojovacího panelu a datové zásuvky, max. 90m

C - přepojovací kabel, typicky kroucený pár, spojující přepojovací panel a aktivní prvek, typicky switch, součást pracovní kabeláže, max. 6m, A + C max. 10m

D - propojení aktivních prvků

### 2.5.3 Sekce kabelážních systémů

Kabelážní systém je rozdělen na tři hlavní sekce, přičemž pro každou z nich je vhodná jiná technologie přenosu a jsou zde kladeny jiné požadavky na rychlost a překlenutelnou vzdálenost.

(4)

#### a) Páteřní sekce

Propojuje jednotlivé datové rozvaděče. Využívá se zde zpravidla optických kabelů. Kvůli vyšší spolehlivosti jsou zde často realizovány redundantní trasy, ty musí být vedeny i fyzicky odlišnou cestou v případě havárie na hlavní trase. (4)

#### b) Horizontální sekce

Je propojením datového rozvaděče a uživatelského výstupu. V rozvaděči začíná připojením do přepojovacího panelu, na straně uživatele končí datovou zásuvkou. Fyzická topologie v této sekci je vždy hvězda. V dnešní době se běžně používají kroucené dvojlinky s konektory RJ-45, lze však využít i optiku. (4)

### **c) Pracovní sekce**

Jedná se pouze o prodloužení horizontální, případně páteřní sekce. Topologie je podřízena připojované sekci. Součástí je přepojovací kabel v rozvaděči a připojovací kabely na pracovišti (propojení uživatelské stanice se zásuvkou). V současné době by se mělo jednat výhradně o připojení konektory RJ-45. (4)

## **2.6 Přenosová prostředí**

Účelem fyzické vrstvy je přenášet data. K tomu může být využito různých médií, přičemž každé má jiné vlastnosti – rychlost, zpoždění, kvalitu přenosu, cena. (5)

### **2.6.1 Metalická kabeláž**

Princip spočívá v měděném vodiči a přenosu elektrických signálů. V dnešní době je stále využíván kroucený pár (kroucená dvojlinka) – TW (Twisted Pair). Pro plášť je využito materiálů jako PVC, PE, PUR, NH (non-halogen, menší množství zplodin při požáru) (4, 6)

#### **Kroucený pár**

Pár je tvořen dvěma vodiči, zkroucenými kolem sebe a izolovanými. V kabelu se vyskytují standardně 4 takové páry. Mohou být samostatně stíněny, odděleny mezi sebou nějakým prvkem, celkový kabel také může být stíněný či disponovat nějakým druhem armovaného pláště proti poškození. (4, 6)



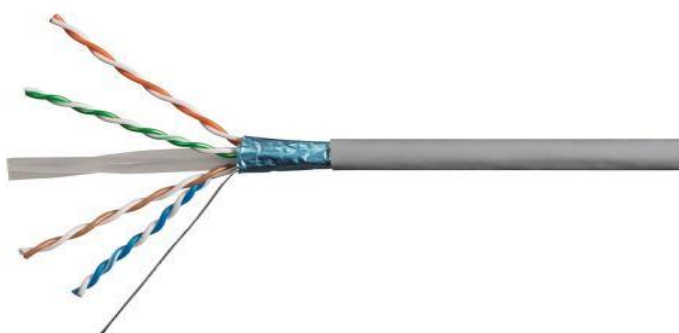
### a) UTP



*Obrázek 8: UTP. (7)*

Nestíněný kroucený pár (Unshielded Twisted Pair) je nejběžnějším typem, spadajícím pod kategorii 5. Nemá žádný prvek pro snížení přeslechů mezi páry, může disponovat stíněním proti rušení ostatními kabely ve svazku. (4, 6)

### b) STP

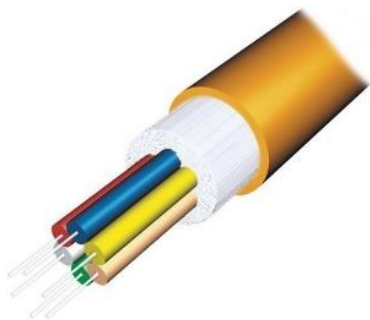


*Obrázek 9: STP. (7)*

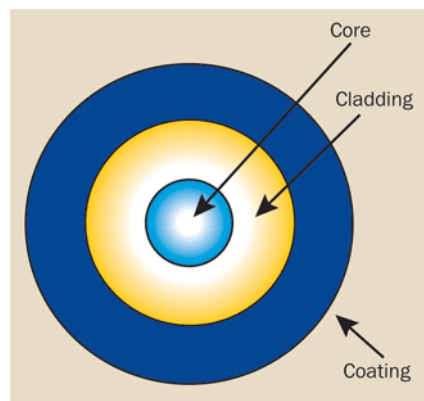
Stíněný kroucený pár (Shielded Twisted Pair) již může obsahovat mnoho prvků pro snížení přeslechů a rušení mezi jednotlivými páry i kabely. Stínění celého kabelu má za úkol zabránit průniku elektromagnetického pole ven i dovnitř kabelu. Použito je buď opletení (max hodnota stínění je 86 %) nebo fólie (lze dosáhnout 100 %). Pro snížení přeslechů mezi páry v kabelu existuje mnoho metod, jako například x-spline (viz. Obr. 8), e-spline, h-spline, plochý tvar kabelu nebo samotné stínění jednotlivých párů. (4, 6)

## 2.6.2 Optická kabeláž

Nosičem informace je v rámci této technologie světelný paprsek. Využívá se zpravidla pro páteřní sekci, jelikož disponuje několika výhodami oproti metalické kabeláži – vysoká přenosová rychlost, velké přenosové kapacity, velké překlenutelné vzdálenosti, eliminace většiny možných rušení. Nežádoucím efektem je zase útlum a nežádané odrazy. (4)



Obrázek 11: Průřez optického kabelu. (8)



Obrázek 10: Průřez jádra optického kabelu. (9)

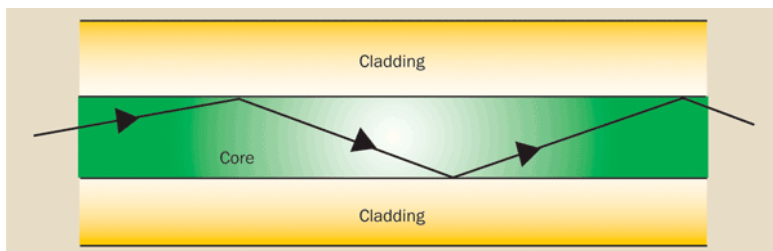
### Princip fungování

Kabel se skládá ze dvou základních částí – jádro (core) a plášť jádra (cladding). Obě jsou od sebe neoddělitelné. Jádro je složeno z křemičitého skla dopovaného germaniem, plášť z čirého skla, plnící odraznou funkci pro jádro. Místo skla může být použit i plast, případně kombinace skla a plastu. Ochrana je zajištěna tzv. primární ochranou, kde se jedná o lak zamezující vlhkosti a jiným chemickým vlivům. Následuje sekundární ochrana, rozdělena na těsnou (těsná plastová bužírka aplikovaná na primární ochraně) a volnou (uložení vláken do trubičky a vyplnění speciálním gelem). (4)

### Přenosové módy

#### a) SM (Single Mode)

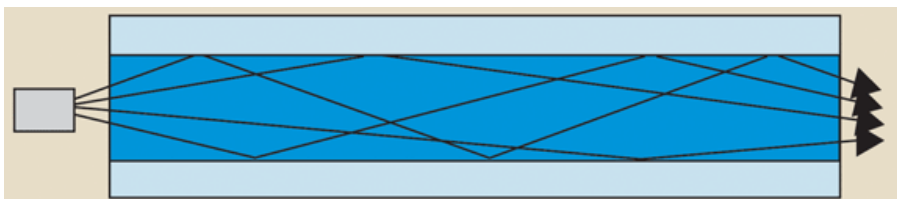
Vlákna vyráběná pro tento mód mají menší průměr jádra (8-9  $\mu\text{m}$ ), používají se vlnové délky 850 a 1300 nm. Přenáší se pouze jeden paprsek a zpravidla se využívají na větší vzdálenosti. (4)



Obrázek 12: Schéma SM. (9)

### b) MM (Multi Mode)

Používá se zde větší průměr jádra, než u SM (50 nebo 62,5  $\mu\text{m}$ ) a vlnové délky 1310 a 1550 nm. Přenášeno je více paprsků, je zde však problém s vidovou disperzí, která zhoršuje přenosové parametry. Používají se na menší vzdálenosti. (4)



Obrázek 13: Schéma MM. (9)

### 2.6.3 Bezdrátový přenos

K přenosu je využito elektromagnetické vlnění, lišící se vlnovou délkou a frekvencí. V současné době se přenáší na frekvencích 2,4 GHz (zde nastává problém s rušením, pásmo využívají i jiná zařízení, jako například mikrovlnné trouby a Bluetooth zařízení) a 5 GHz. Norma 802.11 pro tento přenos byla odvozena z norem pro Ethernet. Pro použití je třeba, aby klientská zařízení měla bezdrátové síťové rozhraní, což v dnešní době bývá běžně v PC i NTB integrováno. Přenosová rychlost je oproti kabelovým spojeníům nižší, snížit ji mohou také fyzické překážky. Bezpečnost je také ohrožena tím, že signál se šíří do všech směrů a kdokoli jej může odposlouchávat. (3)

## Typy spojení

### a) ad hoc

Jednoduché spojení několika zařízení, kde každé komunikuje s každým na stejné úrovni. Rychlá instalace a nízká cena se pojí s nevýhodami malé bezpečnosti (napojit se může nevyžádané zařízení) a nutností viditelnosti všech zařízení mezi sebou. (3)

### b) infrastrukturní

Základem je přístupový bod (AP – Access Point), přes který se všechna zařízení připojují a proudí zde veškerá komunikace mezi připojenými zařízeními. Zaručuje kontrolu provozu a připojených zařízení. (3)

## 2.7 Spojovací prvky kabeláže

Hlavními spojovacími prvky jsou samotné konektory, přepojovací panely v datových rozvaděčích a datové zásuvky. (4)

### 2.7.1 Konektory

Pozice konektoru v přepojovacím panelu či datové zásuvce se obecně nazývá port. Konektory se dělí na dva základní typy (4):

#### a) Zástrčka (male, PLUG)

Zakončení připojovacího kabelu pro zapojení do datové zásuvky, klientského zařízení, či připojení do přepojovacího panelu. Má pojistku pro zacvaknutí. (4, 6)



Obrázek 14: Zástrčka a ochrana, konektor RJ-45. (7)

## b) Zásuvka (female, JACK)

Použitá v přepojovacím panelu, datové zásuvce či v klientském zařízení. Dělí se dále na pevné (pevně zasazené) nebo modulární (vyměnitelné). Ty si liší typem uchycení. (4)

- KEYSTONE – pomocí pružné západky uchycen do normalizovaného otvoru (4)
- NO-KEYSTONE – uchycení se liší dle typu výrobce (4)



Obrázek 15: KEYSTONE JACK. (8)

### 2.7.2 Přepojovací panely

Jednoduchá možnost přepojování pomocí přepojovacích kabelů zakončených na obou stranách potřebným konektorem. Přepojovací panel (Patch Panel) bývá umístěn v rozvaděči a připojen do aktivního prvku. Z druhé strany jsou vyvedeny kabelové spoje k jednotlivým datovým zásuvkám. Liší se například dle velikosti (10“, 19“, 21“, 23“) nebo typem konstrukce na integrované a modulární. Integrované jsou pevně osazeny, například 24 pevnými porty RJ-45. Modulární disponují vyměnitelnými prvky a je tak možné je osadit podle potřeb. (4)



Obrázek 16: Integrovaný patch panel, 19". (8)

### 2.7.3 Datové zásuvky

Použité zpravidla na pracovišti k připojení klientských zařízení. Z toho důvodu se liší designem. Dělíme je dále podle umístění (montáž na omítku, do podlahového boxu, do parapetního kanálu) a typu konstrukce na integrované (pevný počet portů, obvykle 2 porty RJ-45) a modulární (lze manipulovat s osazenými prvky). Modulární se dále dělí podle uchycení KEYSTONE a NO-KEYSTONE. (4, 6)



Obrázek 17: Datová zásuvka RJ-45. (8)

## 2.8 Prvky pro organizaci kabeláže

Zde řadíme datové rozvaděče a v nich obsažené organizéry kabeláže.

### 2.8.1 Datové rozvaděče

Obsahují prvky konektivity, prvky pro organizaci kabeláže, aktivní prvky (router, switch) a záložní zdroje (UPS), případně servery nebo záložní disky. Slouží k ochraně a neoprávněnému zásahu do zařízení a pro ochranu vnějšího prostředí. Pro vnitřní výšku, kvůli montáži jednotlivých prvků, se používají jednotky RACK UNIT (1RU = 44,45 mm). Dále je dělíme podle umístění na stojanové, nástěnné, stropní, podlahové, mobilní a pro speciální účely, dle provedení na otevřené (pouze rám) a uzavřené (skříň) a podle rozměrů zástavby na 10“, 19“, 21“, 23“. Rám rozvaděče tvoří lišty, do kterých jsou vysekány matice pro montáž jednotlivých prvků. Lze zde instalovat i doplňující prvky jako osvětlení, ventilátory, monitorovací jednotky, boxy na dokumentace. (4)



*Obrázek 18: Rozvaděč stojanový, 19". (8)*

### **2.8.2 Organizéry**

Prvky pro lepší organizaci kabeláže v rozvaděči. Mají podobu lišty a dělí se na hřebenové (uzavřené) a s D-ring oky (otevřené) a dále na horizontální a vertikální. Obvyklá výška je 1RU nebo 2RU. (4)



*Obrázek 19: Horizontální organizér, 1U, D-ring oka. (8)*

## **2.9 Prvky vedení kabelážních tras**

### **Páteřní trasy**

Jelikož se jedná o propojení budov, bývají kabely uloženy buď ve výkopech nebo v podzemních kolektorech. V případě výkopu je prvek nutné uložit do chráničky (HDPE, korugovaná).

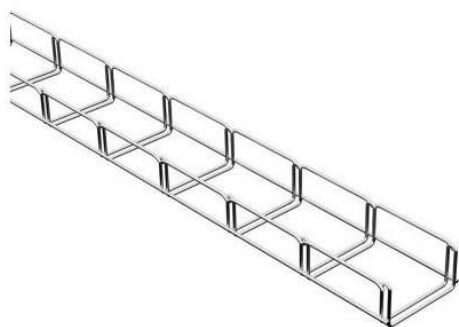
Existuje i možnost závěsných tras, která je ale velice riziková z důvodu mnohem většího vystavení vnějším vlivům, jako UV záření, teplota a vlhkost, případně mechanickému poškození. (4)



Obrázek 20: Korugovaná kabelová chránička. (10)

### **Horizontální trasy**

Pro vedení v budově se používají drátěné nebo plastové žlaby, uložené ve zdvojených podlahách nebo stropích, případně plastové lišty a žlaby, vedené podél stropů nebo podlah. (4)

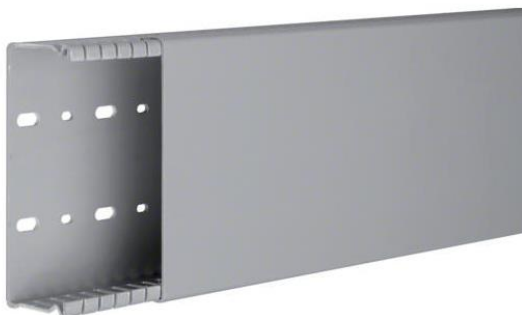


Obrázek 21: Drátěný kabelový žlab. (10)

### **Koncové trasy**

Při uložení ve zdi se používají plastové trubky, pro vedení na zdi plastové lišty či parapetní žlaby, které v sobě mohou mít již integrované datové zásuvky. Na pracovišti lze poté využít různých organizérů a značení. (4)

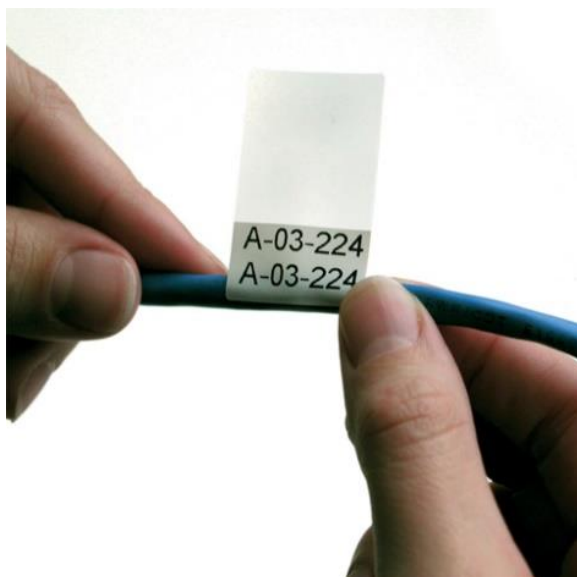




Obrázek 22: Plastový kabelový žlab. (10)

## 2.10 Prvky značení kabeláže

Systém značení navrhuje projektant při zpracování s ohledem na normy EN 50174, které říkají, co vše musí být značeno a zapsáno do dokumentace. Značení se dělí na výstražné (varování před nebezpečím), informační (důležité skutečnosti) a identifikační, pro technický návrh nejdůležitější. Všechny kabely musí být značeny na obou koncích, označeny musí být všechny kabelové svazky, patch panely s jejich porty, zásuvky s jejich porty, ODF, datové rozvaděče, technologické místnosti a aktivní prvky s jejich porty. Musí být dbáno na jednoznačnost a čitelnost, odolnost proti vlivům prostředí a oděrům. (4)



Obrázek 23: Kabelový štítek. (11)

## **2.11 Aktivní prvky**

V rámci fyzické vrstvy se jedná o prvky manipulující se signálem, dále o prvky, které zařizují požadavky zejména druhé a třetí vrstvy ISO/OSI, tzn. hlavně adresaci, hledání optimální trasy a doručování. (1)

### **2.11.1 Opakovač (Repeater)**

Je zařízením, které opakuje signál (refresh) a provádí jeho zesílení. Slouží pro prodloužení vzdálenosti k hostiteli. Nezajišťuje jakoukoliv opravu či kontrolu chyb. (1)

### **2.11.2 Rozbočovač (Hub)**

Slouží zároveň jako opakovač. Je spojením několika Ethernetových kabelů, jejichž signál zopakuje na všechny ostatní připojené kabely. Společně s opakovačem pracuje pouze na fyzické vrstvě. (1)

### **2.11.3 Přepínač (Switch)**

Prvek pracující na linkové vrstvě, pokud je vybaven dalšími funkcemi, může pracovat i na vrstvě síťové (L3 Switch). Oproti rozbočovači předává rámce pouze předem určeným zařízením. Vyžívá k tomu fyzické adresy (MAC adresy). Má vlastní paměť s tabulkou adres, větší hmotnost, velikost i nároky na napájení. (1)

### **2.11.4 Směrovač (Router)**

Zařízení pracující na síťové vrstvě. Pokud se cíl nenachází v rámci sítě odesílatele, je předán tzv. výchozí bráně (Default Gateway). Fyzicky se jedná o port směrovače. Ten se na základě IP adres postará o nalezení vhodné trasy a doručení paketu. Směrovače mezi sebou komunikují pomocí různých směrovacích protokolů, aby bylo možné zjistit existenci dalších sítí. (1)

### **3 VLASTNÍ NÁVRH ŘEŠENÍ**

V této části práce budu řešit vlastní návrh počítačové sítě, ve kterém budu vycházet z části analytické a teoretické. V návrhu budou zahrnuty požadavky investora a brány v potaz jednotlivá specifika budovy.

#### **3.1 Návrh technologie přenosu**

Pro potřeby školy navrhuji použít technologii přenosu Gigabit Ethernet 1000 Base T, pro kterou je třeba použít komponenty kategorie 5e. Koncové stanice jsou schopné běžně pracovat na frekvenci 2,4 GHz, čemuž budou uzpůsobeny přístupové body. U přístupových bodů je dále nutné, aby uživatelům umožňovaly neomezený pohyb po škole bez nutnosti se přepojovat. Síla signálu na chodbách není až tak důležitá, i když zde bude dostupná bezdrátová síť i pro žáky, ale spíše v učebnách a kabinetech.

#### **3.2 Návrh topologie sítě**

Jako topologii sítě školy navrhuji typ hvězda, přičemž se v rámci každého patra bude počítat se dvěma rozvaděči, aby byla dodržena maximální délka elektrického vedení trasy 100 m. Páteřní sekce bude realizována optickou kabeláží, sekce horizontální poté metalickou s využitím konektorů RJ-45.

#### **3.3 Návrh přípojných míst**

Pro každé pracovní místo v kabinetech navrhuji 3 přípojná místa, jedno pro pracovní notebook, druhé pro připojení vlastních zařízení a třetí jako rezervu do budoucna. Dále je zde potřeba další dvojzásuvky v každém kabinetu pro připojení síťové tiskárny a pro případné další síťové zařízení do budoucna. Dále případně pro nezbytnou přeměnu místa pro tiskárnu na místo pracovní, což je rozlohou a tvarem místností možno provést. Do učeben navrhuji použití jedné dvojzásuvky situované na stropě, pro připojení dataprojektoru a případné připojení interaktivní tabule v přední části učebny, dále dvou dvojzásuvek pro připojení zařízení a jedné dvojzásuvky v zadní části učebny, pro potenciální zřízení interaktivní chytré tabule či podobného zařízení.

Tabulka 4: Navržená přípojná místa druhého patra.

číslo místnosti	účel místnosti	počet zásuvek	počet portů
201	Schodiště	0	0
202	Hala	0	0
203	Učebna	4	8
204	Cvičná kuchyň	1	2
205	Učebna	4	8
206	Učebna	4	8
207	Učebna	4	8
208	Kabinet	3	8
209	Učebna	4	8
210	Učebna	4	8
211	Kabinet	3	8
212	Chodba	0	0
213	Chodba	0	0
214	Předsíň WC chlapci	0	0
215	WC chlapci	0	0
216	Úklidová místnost	0	0
217	Hygienická kabina	0	0
218	WC dívky	0	0
219	Předsíň WC dívky	0	0
220	Chodba	0	0
221	Ředitelna	3	8
222	Předsíň	0	0
223	Kancelář	4	11
224	Kancelář zástupce ředitele	3	8
225	Učebna	4	8
226	Učebna fyziky	4	8
227	Kabinet fyziky	4	11
228	Kabinet chemie	4	11
229	Učebna chemie	4	8
230	Prostor schodiště	0	0
231	WC učitelé	0	0
232	Sprcha učitelé	0	0

Tabulka 5: Navržená přípojná místa třetího patra.

číslo místnosti	účel místnosti	počet zásuvek	počet portů
301	Schodiště	0	0
302	Hala	0	0
303	Učebna	4	8
304	Učebna	4	8
305	Učebna	4	8
306	Učebna	4	8
307	Kabinet	4	11
308	Učebna	4	8
309	Učebna	4	8
310	Kabinet	3	8
311	Chodba	0	0
312	Předsíň WC chlapci	0	0
313	WC chlapci	0	0
314	Úklidová místnost	0	0
315	Předsíň WC dívky	0	0
316	WC dívky	0	0
317	Hygienická kabina	0	0
318	Chodba	0	0
319	Učebna	4	8
320	Učebna	4	8
321	Učebna	4	8
322	Přírodovědný kabinet	5	14
323	Učebna	4	8
324	Učebna	4	8
325	Kabinet	4	11
326	Prostor schodiště	0	0
327	WC učitelé	0	0
328	Sprcha učitelé	0	0

### 3.4 Výběr kabeláže

V následující kapitole popíšu typy vybraných kabelů pro jednotlivé sekce. Důležitým parametrem je materiál LSZH případně další materiály pláště určené pro vnitřní použití, jelikož je jedná o vnitřní prostory s velkou hustotou osob.

#### 3.4.1 Páteřní sekce

Pro páteřní sekci navrhuji použít optický kabel od firmy Belden s kódovým označením **FD4D004L9A**. Jedná se o kabel vhodný pro vnitřní i vnější využití, s pláštěm LSZH, průměrem jádra 50  $\mu\text{m}$  a průměrem odrazné vrstvy 125  $\mu\text{m}$ . Překlenutelná délka natažení pro 1000 Base T se pohybuje od 550 m do 1100 m, což je pro potřeby páteřní sekce plně dostačující. Kabely budou svedeny do optické vany o velikosti 1RU předem osazené 24 LC adaptéry značky Panduit s kódovým označením **FD1W24AQDLCZ**.



Obrázek 24: Optický kabel FD4D004L9A (13)



Obrázek 25: Optická vana FD1W24AQDLCZ (14)

Do adaptérů optické vany budou zasazeny optické konektory Panduit **FLCDMCXAQY** kompatibilní s vybraným kabelem. Díky konektorům bude možné následně připojit aktivní

prvek s SFP moduly. Pro spojení jsem zvolil optický patchcord s konektory LC značky Panduit **FZ2ERLNLNSNM003**.



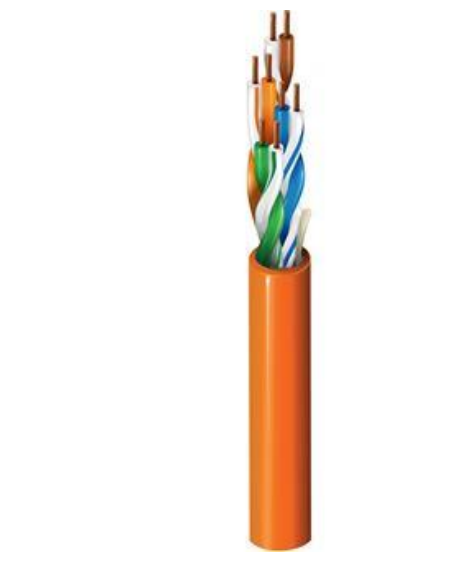
Obrázek 27: Optický konektor  
FLCDMCXAQY (14)



Obrázek 26: FZ2ERLNLNSNM003(14)

### 3.4.2 Horizontální sekce

Pro horizontální sekci jsem zvolil kabel firmy Belden s označením **1752A**, který se řadí do kategorie 5e, tudíž splňuje požadavky na přenos, je určen pro vnitřní použití a disponuje technologií svařených párů pro zvýšení symetrie a zlepšení přenosových vlastností. Jedná se o vodič typu drát s průměrem 24AWG a podporujícím PoE.



Obrázek 28: Metalický kabel 1752A (13)

### **3.4.3 Pracovní sekce**

Pro pracovní sekci jsem se rozhodl využít patchcord firmy Belden se základním označením **C502100000**, který je dodáván v různých délkách. Jedná se o kabel typu drát kategorie 5e, splňující AWG 24. Disponuje zakončením s konektorem typu RJ-45. Pro použití v rozvaděči i u koncových zařízení jsem zvolil délky 0,5 m, 1 m, 2 m, 3 m.

## **3.5 Návrh kabelových tras**

Trasy navrhuji vést PVC žlaby vedenými podél stropů, jelikož budova nedisponuje jakoukoliv formou zdvojených stropů, podhledů či zdvojených podlah. Materiál stěn jsou silné betonové bloky, je zde již ale vyvrtáno mnoho přístupů do učeben po původní síti, tudíž nebude problém s vedením kabelových tras.

### **3.5.1 Páteřní sekce**

Páteřní kabeláž bude realizována optickými kabely, vedoucími do druhého a třetího patra z přízemí z již zřízeného hlavního datového rozvaděče, který je také připojen k přívodu internetu. Pro páteřní sekci je vyvrtán kanál, vedoucí až do přízemí, kterým bude sekce vedena. V rámci druhého patra bude páteřní sekce vybočovat a vést do místnosti 208 a 223, kde budou situovány rozvaděče, k přivedení k nim bude využito plastových žlabů. Kabely budou následně svedeny do optického rozvaděče a poté přepojeny LC konektorem do aktivních prvků přes SFP moduly. Jelikož se jedná o vnitřní prostory bez různých ohrožujících elementů, není třeba žádné náročnější ochrany. V patře třetím bude sekce vyvedena k rozvaděčům do místností 305 a 320.

### **3.5.2 Horizontální sekce**

Horizontální sekce bude vedena přes klasické UTP kabely v již zmíněných plastových žlabech podél stropů. V místnosti bude v liště vedena do jedné dvojzásuvky na stropě pro projektor, dále v parapetním žlabu pro dvě dvojzásuvky na zařízení až do zadní části místnosti, kde bude připojena k poslední dvojzásuvce. Jelikož budova má tvar půl obdélníku a na vnitřní straně se nenachází místnosti s požadovaným připojením, budou svazky vést po vnější straně chodeb přes místnosti, kde budou napříč jednoduše vedeny přes otvor, vyvrtaný skrz stěnu. Vedení sekce podél stropů zároveň umožňuje jednoduché připojení přístupového bodu bezdrátové sítě.



### 3.5.3 Vedení kabelových tras

V rámci patra budou situovány dva rozvaděče vždy každý směrem do jednoho křídla budovy, přičemž každý pokrývá ještě blízké místnosti mezi nimi, jedná se vždy o samotnou místnost s rozvaděčem a dále jednu či dvě místnosti směrem k rozvaděči druhému. Trasy budou vyvedeny do křídla vždy s odbočkami do místností, není zde žádné zrádné místo křížení tras.

### 3.6 Prvky vedení kabeláže

K vedení páteřní optické kabeláže navrhuji použít plechový žlab od firmy Kopos Kolín NKZI **100X250X0.70 S**. Žlab poskytuje dostatečnou ochranu a s rozměry 250x100mm i dostatečnou kapacitu pro uložení kabelů, díky děrování je vhodný pro zajištění kabelů vedoucích vertikálně.

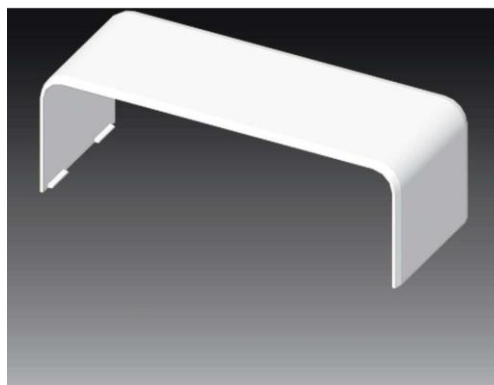


Obrázek 29: Plechový žlab 100X250X0.70 S (15)

Pro vedení horizontální kabeláže bude využito plastového kanálu od firmy Kopos Kolín s kódovým označením **EKE 180X60\_HD**. Žlab má rozměry 180x60mm a je dodáván ve dvoumetrových blocích. Pro spojení a ukončení bude využito spojek s kódovým označením **(8571-8573) \_HB EKE 180X60**. Materiál kanálu je PVC a výrobcem je doporučen pro vnitřní použití.



*Obrázek 31: Kabelový kanál EKE 180X60\_HD (15)*



*Obrázek 30: Spojka kabelového kanálu (15)*

Pro rozvedení kabeláže v rámci místností bude využita kabelová lišta téže od firmy Kopos Kolín s kódovým označením **LZ 15X12\_HD**. Rozměry lišty jsou 15x12mm, což je pro rozvod kabelů v jedné místnosti dostačující. Použitý materiál je téže PVC, určený pro vnitřní použití.



*Obrázek 32: Kabelová lišta LZ 15X12\_HD (15)*

## 3.7 Spojovací prvky kabeláže

### 3.7.1 Datové zásuvky

Jako datovou zásuvku do učeben a kabinetů jsem zvolil dvojzásuvku firmy Panduit s kódovým označením **CFPSL2WHY**. Zásuvka je v bílém provedení, takže zapadá do prostředí učeben a s hloubkou 26,67mm koresponduje s použitými kabelovými lištami. Disponuje modulovým typem Mini.Com a dvěma popisnými štítky. Materiál zásuvky je plast typu ABS, který je odolný vůči běžným mechanickým poškozením a disponuje větší pevností.



Obrázek 33: Datová zásuvka CFPSL2WHY (14)

Pro připojení projektoru na stropě jsem zvolil plochou zásuvku Panduit **CFPL2IWY** s hloubkou 17,24mm, modulovým typem Mini-Com a dvěma popisnými štítky. Použitý materiál je též ABS.



Obrázek 34: Datová zásuvka pro projektor CFPL2IWY (14)

Jako tříportovou zásuvku určenou do kabinetů pro připojení učitelských zařízení jsem zvolil zásuvku od firmy Panduit **CFPL3WHY**, která vychází ze stejné modelové série, jako dvouportové zásuvky, tudíž bude korespondovat designem i kompatibilitou.



Obrázek 35: Datová zásuvka CFPL3WHY (14)

### 3.7.2 Konektory

Pro konektor jsem zvolil výrobce Panduit, konkrétně model s označením **CJ5E88TGIW**, který je kompatibilní s vybranými zásuvkami s modulovým typem Mini-Com. Materiál je stejně jako u zásuvek plast typu ABS, barevné provedení bílé, korespondující se zásuvkami. Rozsah AWG je 22-26 a konektor splňuje požadavky pro kabeláž 5E.



Obrázek 36: Konektor CJ5E88TGIW (14)

### 3.7.3 Patch panely

Jako patch panel navrhuji využít model **NK5EPPG24Y** od firmy Panduit v černé barvě, předem osazený 24 konektory RJ-45, splňující podmínky Cat 5e. Patchpanel je celokovový o velikosti 19 palců a 1RU s popisky jednotlivých portů.



*Obrázek 37: Patch panel NK5EPPG24Y (14)*

## 3.8 Prvky organizace kabeláže

### 3.8.1 Datové rozvaděče

Návrh obsahuje celkem čtyři rozvaděče, přičemž navrhuji použít rozvaděče nástěnné, z důvodu využití prostoru žáky a učiteli. Není zde možnost uložení do jiného místa např. zdvojeného stropu/podlahy. Budou tedy umístěny v rohu místnosti u stropu. Zvolil jsem tedy rozvaděč od firmy Panduit **ZDF242430**, který je kompatibilní se standardními 19palcovými moduly. Je výrobcem určen k montáži na zeď, výška rozvaděče je 611,9 mm a disponuje 12 RU, které bude třeba využít. Je třeba jej osadit třemi patch panely a třemi aktivními prvky, dále organizéry a napájecími panely.



Obrázek 38: Rozvaděč ZDF242430 (14)

### 3.8.2 Organizéry kabeláže

Pro lepší organizaci kabeláže navrhuji použít hřebenový horizontální organizér od firmy Panduit **WMPF1E** s uzavíratelným víkem. Jedná se o 2 RU organizér se standardní šířkou 19 palců z PVC v černém provedení. Jako 1 RU organizér navrhuji **WMPFSE** ze stejné modelové řady.



Obrázek 39: Organizér WMPF1E (14)



Obrázek 40: Organizér WMPFSE (14)

### 3.8.3 Napájecí panely

Jako napájecí panel jsem vybral model od firmy Triton, s kódovým označením **RAB-PD-X01-A1** disponující osmi zásuvkami dle normy ČSN, voltáží 230 V a se standardní šířkou 19 palců. Pomocí panelu budou napájeny aktivní prvky v rozvaděči.



Obrázek 41: Napájecí panel RAB-PD-X01-A1 (16)''

### 3.8.4 Vázací pásky

K uchycení, svazkování a organizaci kabelů jsem zvolil vázací pásky od firmy Panduit **PLT4H-TL0**. Jsou výrobcem určeny pro venkovní i vnitřní použití, mají zvýšenou pevnost a jsou vyrobeny z nylonu.



Obrázek 42: Vázací pásky PLT4H-TL (14)

## 3.9 Identifikační značení

### 3.9.1 Systém značení zásuvek a portů

Pro značení zásuvek navrhuji použít reverzní kód, ve formátu **PRPCP**. Například zásuvka **31A22** se nachází ve třetím patře, připojena v rozvaděči 1, v prvním patch panelu A do portu 22. Samotnou zásuvku jsem v kabelové tabulce zaznačil číslem místnosti a číslem zásuvky v pořadí značení, např. zásuvka s číslem 3101 je zásuvka v místnosti 310 a je první v pořadí. Číslování je v kabinetech prováděno nejprve od uživatelských přípojek po přípojku tiskárny, V rámci učeben je značeno nejprve od přípojky projektoru přes přípojný bod pro zařízení po přípojný bod v zadní části učebny. Pro značení jsem zvolil štítek od firmy Panduit **C125X030FJJ**.



Obrázek 43: Štítek pro značení C125X030FJJ (14)

Tabulka 6: Systém značení zásuvek a portů

Část značení	Vysvětlivka
P (patro)	2 (druhé patro)
	3 (třetí patro)
R (rozvaděč)	1 (rozvaděč 1)
	2 (rozvaděč 2)
PP (patch panel)	A-C (písmeno značící patch panel)
Po (port)	1-48 (porty v patch panelu)



### 3.9.2 Značení rozvaděčů

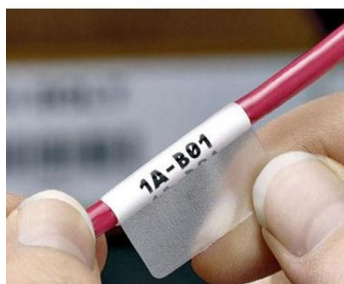
Značení rozvaděčů je provedeno jednoduchým dvojčíslem, první určuje patro, druhé určuje pořadí rozvaděče, za rozvaděč první je brán ten, jenž je situován směrem do pravého křídla, druhý je vždy situován směrem do levého křídla. Rozvaděč 3.2 je tedy rozvaděč ve třetím patře vedený do levého křídla.

### 3.9.3 Značení patch panelů

Patch panely navrhuji značit jednoduše písmeny A-D, a to v pořadí od horního po spodní v rámci rozvaděče. Pro značení portů navrhuji klasický systém čísla 01-24, počínaje levou stranou panelu. Pro značení navrhuji samolepící štítky firmy Panduit **S100X150VAA**.

### 3.9.4 Značení kabelů

Pro toto značení navrhuji systém písmena patch panelu a čísla portu bez čísla rozvaděče, kabel bude vždy směřovat do nejbližšího rozvaděče příslušejícímu danému křídlu budovy. Pro značení navrhuji použít štítky firmy Panduit **S100X225YAJ**. Jako umístění značení navrhuji na začátku a na konci kabelu, dále ve čtvrtinách vzdálenosti.



*Obrázek 44: Kabelový štítek S100X225YAJ (14)*

## 3.10 Ekonomické zhodnocení

V poslední části jsem provedl výpočet nákladů na materiál, návrh provedení a instalační práce. U některých položek byla dohledána cena v amerických dolarech, k převodu na české koruny byl použit aktuální měnový kurz. Ceny jsou orientační a mohou se v průběhu času měnit, prvky jsou vybírány s ohledem na kvalitu a výrobce.

Název	MJ	množství	Cena MJ bez DPH	Cena bez DPH
<b>kabeláž</b>				
metalický kabel cat.5e Belden BELDEN 1752A	m	5000	43,36 Kč	216 786,00 Kč
optická kabel Belden FD4D004L9A	m	450	50,95 Kč	22 926,00 Kč
optický patchcord Panduit FZ2ERLNLNSNM003	ks	30	1 391,23 Kč	41 737,00 Kč
patch cord Belden C502100000 0,5 m	ks	150	23,70 Kč	3 555,00 Kč
patch cord Belden C502100000 1 m	ks	150	46,55 Kč	6 982,00 Kč
patch cord Belden C502100000 2 m	ks	50	70,30 Kč	3 515,00 Kč
patch cord Belden C502100000 3 m	ks	100	79,00 Kč	7 900,00 Kč
celková cena				303 401,00 Kč
Název	MJ	množství	Cena MJ bez DPH	Cena bez DPH
<b>kabelové trasy</b>				
plechový žlab Kopos Kolín NKZI 100X250X0.70 S	m	200	199,87 Kč	39 974,00 Kč
plastový žlab Kopos Kolín EKE 180X60 HD	m	210	357,08 Kč	74 986,00 Kč
kryt spojovací Kopos Kolín HB EKE 180X60	ks	100	190,07 Kč	19 007,00 Kč
plastová lišta Kopos Kolín LZ 15X12_HD	m	410	13,39 Kč	5 490,00 Kč
celková cena				139 457,00 Kč
Název	MJ	množství	cena MJ bez DPH	Cena bez DPH
<b>rozvaděče</b>				
optická vana Panduit FD1W24AQDLCZ s 12x optickými konektory	ks	4	11 191,00 Kč	44 764,00 Kč
patch panel Panduit NK5EPPG24Y	ks	12	1 974,17 Kč	23 690,00 Kč
organizér kabeláže 2RU WMPF1E	ks	7	1 008,00 Kč	7 056,00 Kč
organizér kabeláže 1RU WMPF5E	ks	1	395,00 Kč	395,00 Kč
napájecí panel Triton RAB-PD-X01-A1	ks	4	686,00 Kč	2 744,00 Kč
rozvaděč ZDF242430	ks	4	32 587,50 Kč	130 350,00 Kč
celková cena				208 999,00 Kč
Název	MJ	množství	Cena MJ bez DPH	Cena bez DPH
<b>přípojná místa</b>				
zásuvka dvouportová CFPL2IWY	ks	30	16,90 Kč	507,00 Kč
zásuvka dvouportová CFPL2IWY	ks	90	65,02 Kč	5 852,00 Kč
zásuvka tříportová CFPL3WHY	ks	35	56,37 Kč	1 973,00 Kč
konektor cat. 5e CJ5E88TGIW	ks	300	178,30 Kč	53 490,00 Kč
celková cena				61 822,00 Kč
Název	MJ	množství	Cena MJ bez DPH	Cena bez DPH
<b>značení</b>				
vázací pásky Panduit PLT4H-TL0	ks	750	5,87 Kč	4 405,00 Kč
štítky C125X030FJJ balení 2500 ks	ks	1	4 147,00 Kč	4 147,00 Kč
štítky S100X150VAA kotouče 3500 štítků	ks	1	5 244,00 Kč	5 244,00 Kč
štítek na kabely S100X225YAJ balení 1000 ks	ks	2	3 373,00 Kč	6 746,00 Kč
celková cena				20 542,00 Kč

### 3.10.1 Celkové náklady

Jako cenu instalačních prací jsem stanovil 30 % z celkových nákladů na materiál. Jako náklady návrhu jsem stanovil fixní částku 15 000 Kč.

náklady na kabeláž	303 401,00 Kč
náklady na kabelové trasy	139 457,00 Kč
náklady na rozvaděče	208 999,00 Kč
náklady na přípojná místa	61 822,00 Kč
náklady na značení	20 542,00 Kč
návrh	15 000,00 Kč
instalační práce a měření	201 719,70 Kč
<b>celkem</b>	<b>950 940,70 Kč</b>

## 4 ZÁVĚR

Cílem mé bakalářské práce bylo vypracovat návrh na modernizaci datové sítě pro školu ZŠ a MŠ Brno, Antonínská 3, p.o. Konkrétně se jednalo o prostory druhého a třetího patra, kde je situováno nejvíce učeben a kabinetů, tedy míst vyžadujících kvalitní datové připojení. Během své práce jsem mnohokrát navštívil prostory budovy v rámci náplně mého aktuálního zaměstnání, které obnáší i správu IT infrastruktury pro školu, měl jsem možnost prohlédnout si veškeré zázemí, porozumět práci zaměstnanců a manipulovat zde se současnou IT technikou a infrastrukturou. Návrh jsem opřelo o prvně zhotovenou teoretickou část a analýzu prostorů a aktuálního HW a SW školy. Navržené množství přípojných míst je značně nadčasové a je zde poměrně velká rezerva pro budoucí potřeby. Komponenty jsou vybírány především s ohledem na kvalitu a hodnocení výrobce.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] DONAHUE, G. A. Kompletní průvodce síťového experta. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2009. 528 s. ISBN 978-80-251-2247-1.
- [2] DORDAL, Peter Lars. An Introduction to Computer Networks – Second Edition. 2. vydání. Loyola University of Chicago: Department of Computer Science, 2020.
- [3] HORÁK, J. a M. KERŠLÁGER. Počítačové sítě pro začínající správce. 5. aktualiz. vyd. Brno: Computer Press, 2011. 303 s. ISBN 978-80-251-3176-3.
- [4] JORDÁN, Vilém a Viktor ONDRÁK. Infrastruktura komunikačních systémů I: univerzální kabelážní systémy. Druhé, rozšířené vydání. Brno: CERM, Akademické nakladatelství, 2015. ISBN 978-80-214-5115-5.
- [5] TANENBAUM Andrew S. a David J. WETHERALL. Computer Networks. 5. vydání. Boston: Prentice Hall, 2011. ISBN: 978-0-13-212695-3.
- [6] TRULOVE, J. Sítě LAN: hardware, instalace a zapojení. 1. vyd. Praha: Grada, 2009. 384 s. ISBN 978-80-247-2098-2.
- [7] GM ELECTRONIC. *gme.cz* [online]. 2020 [cit. 2020-11-8]. Dostupné z: <https://www.gme.cz/>
- [8] I4WiFi. *i4wifi.com*. [online]. 2020 [cit 2020-11-8]. Dostupné z: <https://www.i4wifi.cz/>
- [9] PHOTONICS MARKETPLACE. *photonics.com*. [online]. 2020 [cit 2020-11-8]. Dostupné z: <https://www.photonics.com/>
- [10] SHOPELECTRO. *shopelektro.cz*. [online]. 2020 [cit 2020-11-15]. Dostupné z: <https://www.shopelektro.cz/>
- [11] HAPPYEND. *happyend.cz*. [online]. 2020 [cit 2020-11-15]. Dostupné z: <https://www.happyend.cz/>
- [12] WIKIPEDIA. *en.wikipedia.org*. [online]. 2020 [cit 2020-12-13]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki>
- [13] BELDEN. *www.belden.com*. [online]. 2020 [cit 2020-04-03]. Dostupné z: <https://www.belden.com/>

- [14] PANDUIT. *www.panduit.com*. [online]. 2020 [cit 2020-04-03]. Dostupné z: <https://www.panduit.com/>
- [15] KOPOS. *www.kopos.cz*. [online]. 2020 [cit 2020-04-17]. Dostupné z: <https://www.kopos.cz/>
- [16] TRITON. *www.triton.cz*. [online]. 2020 [cit 2020-04-24]. Dostupné z: <https://www.triton.cz/>
- [17] KASSEX. *eos.kassex.cz/*. [online]. 2020 [cit 2020-05-08]. Dostupné z: <https://eos.kassex.cz/>.

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Logické schéma sítě.....	18
Obrázek 2: Topologie BUS. (6) .....	22
Obrázek 3: Topologie RING. (6) .....	22
Obrázek 4: Topologie STAR. (6).....	23
Obrázek 5: Referenční model ISO/OSI. (vlastní) .....	24
Obrázek 6: Architektura TCP/IP. ....	26
Obrázek 7: Schéma kanálu a linky. (podle 4, vlastní zpracování) .....	31
Obrázek 8: UTP. (7) .....	33
Obrázek 9: STP. (7).....	33
Obrázek 10: Průřez jádra optického kabelu. (9).....	34
Obrázek 11: Průřez optického kabelu. (8).....	34
Obrázek 12: Schéma SM. (9) .....	35
Obrázek 13: Schéma MM. (9).....	35
Obrázek 14: Zástrčka a ochrana, konektor RJ-45. (7).....	36
Obrázek 15: KEYSTONE JACK. (8) .....	37
Obrázek 16: Integrovaný patch panel, 19". (8) .....	37
Obrázek 17: Datová zásuvka RJ-45. (8).....	38
Obrázek 18: Rozvaděč stojanový, 19". (8).....	39
Obrázek 19: Horizontální organizér, 1U, D-ring oka. (8) .....	39
Obrázek 20: Korugovaná kabelová chránička. (10).....	40
Obrázek 21: Drátěný kabelový žlab. (10) .....	40
Obrázek 22: Plastový kabelový žlab. (10).....	41
Obrázek 23: Kabelový štítek. (11) .....	41
Obrázek 24: Optický kabel FD4D004L9A (13).....	46
Obrázek 25: Optická vana FD1W24AQDLCZ (14) .....	46
Obrázek 26: FZ2ERLNLNSNM003(14) .....	47
Obrázek 27: Optický konektor FLCDCXAQY (14) .....	47
Obrázek 28: Metalický kabel 1752A (13).....	47
Obrázek 29: Plechový žlab 100X250X0.70 S (15) .....	49
Obrázek 30: Spojka kabelového kanálu (15) .....	50
Obrázek 31: Kabelový kanál EKE 180X60_HD (15).....	50
Obrázek 32: Kabelová lišta LZ 15X12_HD (15).....	50

Obrázek 33: Datová zásuvka CFPSL2WHY (14).....	51
Obrázek 34: Datová zásuvka pro projektor CFPL2IWY (14).....	51
Obrázek 35: Datová zásuvka CFPL3WHY (14) .....	52
Obrázek 36: Konektor CJ5E88TGIW (14) .....	52
Obrázek 37: Patch panel NK5EPPG24Y (14).....	53
Obrázek 38: Rozvaděč ZDF242430 (14) .....	54
Obrázek 39: Organizér WMPF1E (14) .....	54
Obrázek 40: Organizér WMPFSE (14) .....	54
Obrázek 41: Napájecí panel RAB-PD-X01-A1 (16)“ .....	55
Obrázek 42: Vázací pásy PLT4H-TL (14).....	55
Obrázek 43: Štítek pro značení C125X030FJJ (14).....	56
Obrázek 44: Kabelový štítek S100X225YAJ (14).....	57



## **Seznam tabulek**

Tabulka 1: Analýza druhého patra. (vlastní) .....	15
Tabulka 2: Analýza třetího patra. (vlastní).....	17
Tabulka 3: Třídy a kategorie kabeláže. (podle 4, vlastní) .....	30
Tabulka 4: Navržená přípojná místa druhého patra. ....	44
Tabulka 5: Navržená přípojná místa třetího patra. ....	45
Tabulka 6: Systém značení zásuvek a portů.....	56

## **Seznam zkratek**

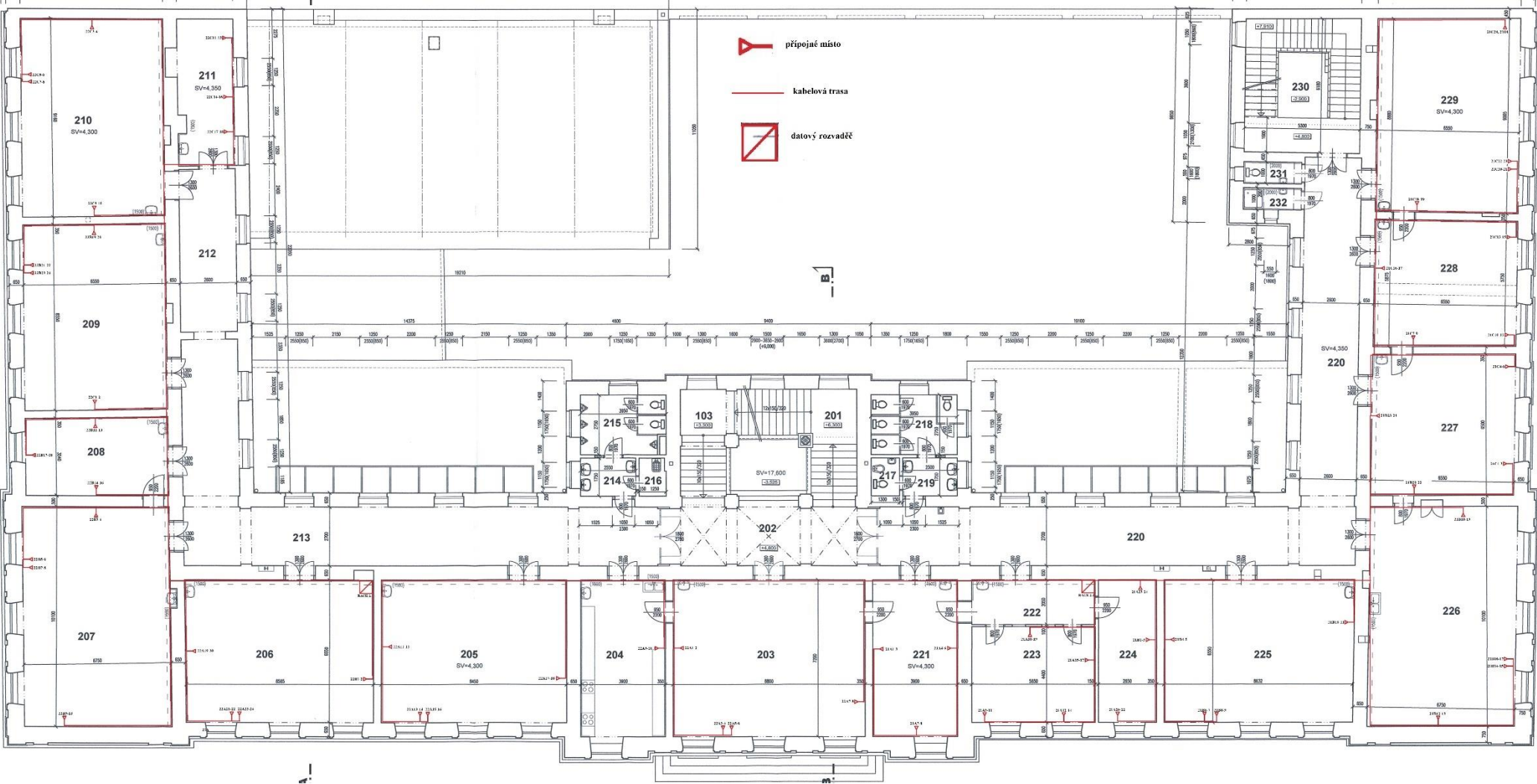
HW	Hardware
SW	Software
IP	Internet protocol
PC	Personal computer
NTB	Notebook
LAN	Local area network
WAN	Wide area network
UTP	Unshielded twisted pair
STP	Shielded twisted pair
PVC	Polyvinylchlorid
ISO	International Standards Organization
OSI	Open System Interconnection
TCP	Transmission control protocol
UDP	User datagram protocol
CAT	Category
SM	Single mode
MM	Multimode
RU	Rack unit
AWG	American wire guide
ČSN	České technické normy
LZSH	Low smoke zero halogen
AP	Access point
IT	Informační technologie

ICMP	Internet Control Message Protocol
ISP	Internet service provider

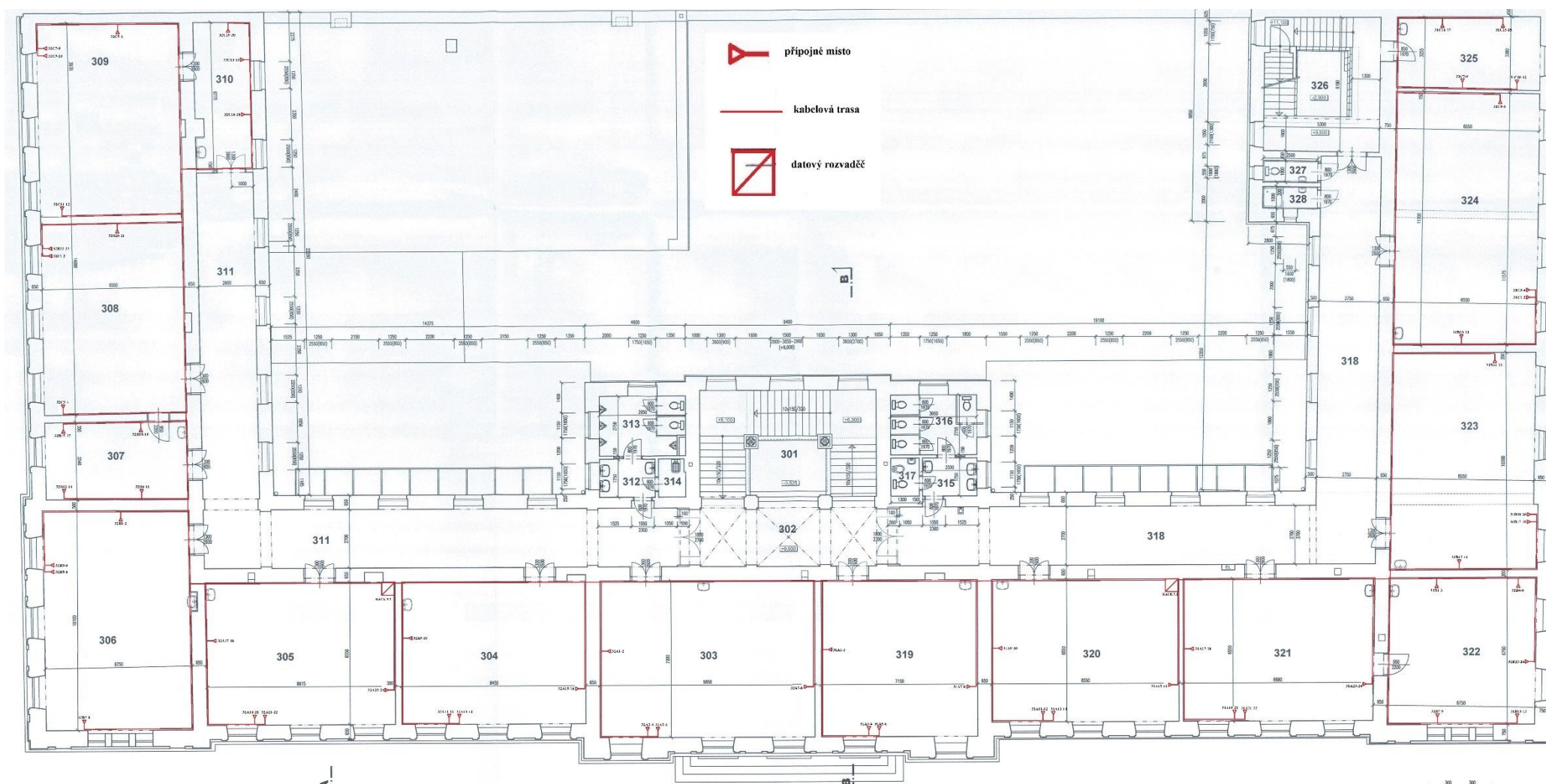
## Seznam příloh

Příloha 1: Náskres tras 2.patru.....	I
Příloha 2: Náskres tras 3.patru.....	II
Příloha 3: Náskres přístupových bodů bezdrátové sítě.....	III
Příloha 4: Náskres rozvržení rozvaděčů.....	IV
Příloha 5: Kabelová tabulka.....	V-XVI

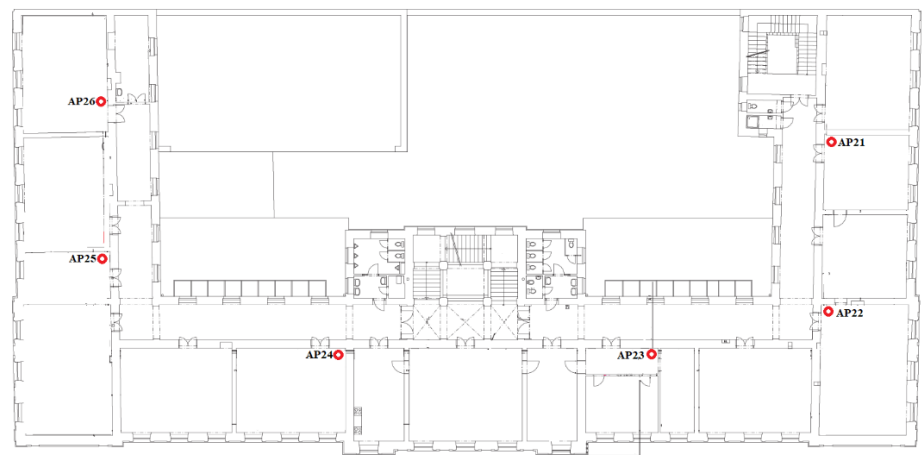
Příloha 1: Náčres tras 2.patra



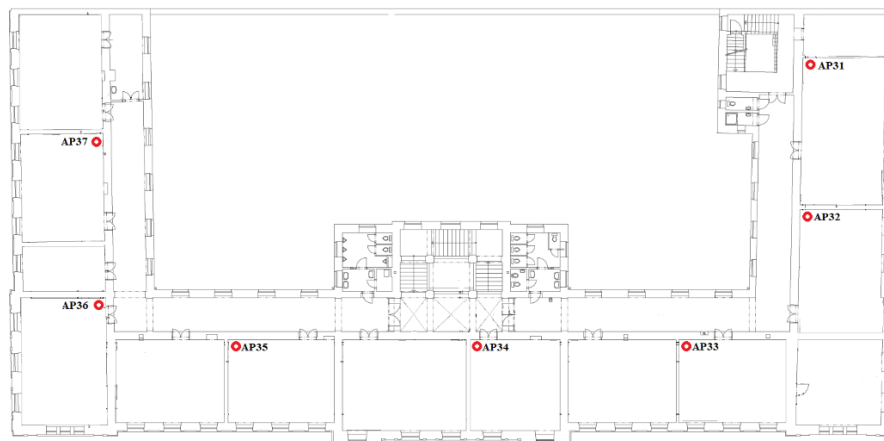
## Příloha 2: Náskres tras 3.patra



### Příloha 3: Nákres přístupových bodů bezdrátové sítě



*Příloha: Nákres AP druhé patro*



*Příloha: Nákres AP třetí patro*

#### Příloha 4: Nákres rozvržení rozvaděčů

U12	patch panel A
U11	patch panel B
U10	2U organizér
U9	
U8	patch panel C
U7	patch panel D
U6	1U organizér
U5	aktivní prvek
U4	aktivní prvek
U3	aktivní prvek
U2	aktivní prvek
U1	napájecí panel

Příloha 4: Schéma rozvaděče 2.1

U12	patch panel A
U11	patch panel B
U10	2U organizér
U9	
U8	patch panel C
U7	patch panel D
U6	2U organizér
U5	
U4	aktivní prvek
U3	aktivní prvek
U2	aktivní prvek
U1	napájecí panel

Příloha 4: Schéma rozvaděčů 2.2, 3.1, 3.2



## Příloha 5: Kabelová tabulka

rozvaděč	panel	panel	panel			zásuvka	zásuvka	konektor zás.	port zás.	port zásuvky	kabel	kabel	kabel
číslo	označení	port	konektor	místnost	popis	typ	označení	typ	číslo	označení	typ	označení	délka
2.1	A	1	NK5EPPG48Y	221	ředitelna	CFPSL2WHY	2211	CJ5E88TGIW	01	21A1	1752A	A01	15,6
	A	2	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	21A2	1752A	A02	15,6
	A	3	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	03	21A3	1752A	A03	15,6
	A	4	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2212	CJ5E88TGIW	01	21A4	1752A	A04	6,9
	A	5	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	21A5	1752A	A05	6,9
	A	6	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	03	21A6	1752A	A06	6,9
	A	7	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2213	CJ5E88TGIW	01	21A7	1752A	A07	11,2
	A	8	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	21A8	1752A	A08	11,2
	A	9	NK5EPPG48Y	223	kancelář	CFPSL2WHY	2231	CJ5E88TGIW	01	21A9	1752A	A09	8,1
	A	10	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	21A10	1752A	A10	8,1
	A	11	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	03	21A11	1752A	A11	8,1
	A	12	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2232	CJ5E88TGIW	01	21A12	1752A	A12	6,5
	A	13	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	21A13	1752A	A13	6,5
	A	14	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	03	21A14	1752A	A14	6,5
	A	15	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2233	CJ5E88TGIW	01	21A15	1752A	A15	3,6
	A	16	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	21A16	1752A	A16	3,6
	A	17	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	03	21A17	1752A	A17	3,6
	A	18	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2234	CJ5E88TGIW	01	21A18	1752A	A18	3,6
	A	19	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	21A19	1752A	A19	3,6
	A	20	NK5EPPG48Y	224	kancelář zástupců	CFPSL2WHY	2241	CJ5E88TGIW	01	21A20	1752A	A20	8,6
	A	21	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	21A21	1752A	A21	8,6
	A	22	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	03	21A22	1752A	A22	8,6
	A	23	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2242	CJ5E88TGIW	01	21A23	1752A	A23	2,1
	A	24	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	21A24	1752A	A24	2,1

rozvaděč	panel	panel	panel			zásuvka	zásuvka	konektor zás.	port zás.	port zásuvky	kabel	kabel	kabel
číslo	označení	port	konektor	místnost	popis	typ	označení	typ	číslo	označení	typ	označení	délka
2.1	B	1	NK5EPPG48Y	224	kancelář zástupců	CFPSL2WHY	2243	CJ5E88TGIW	01	21B1	1752A	B01	3,9
	B	2	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	21B2	1752A	B02	3,9
	B	3	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	03	21B3	1752A	B03	3,9
	B	4	NK5EPPG48Y	225	učebna	CFPSL2WHY	2251	CJ5E88TGIW	01	21B4	1752A	B04	5,8
	B	5	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	21B5	1752A	B05	5,8
	B	6	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2252	CJ5E88TGIW	01	21B6	1752A	B06	9,8
	B	7	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	21B7	1752A	B07	9,8
	B	8	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2253	CJ5E88TGIW	01	21B8	1752A	B08	10,4
	B	9	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	21B9	1752A	B09	10,4
	B	10	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2254	CJ5E88TGIW	01	21B10	1752A	B10	11,9
	B	11	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	21B11	1752A	B11	11,9
	B	12	NK5EPPG48Y	226	učebna	CFPSL2WHY	2261	CJ5E88TGIW	01	21B12	1752A	B12	19,6
	B	13	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	21B13	1752A	B13	19,6
	B	14	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2262	CJ5E88TGIW	01	21B14	1752A	B14	23,9
	B	15	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	21B15	1752A	B15	23,9
	B	16	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2263	CJ5E88TGIW	01	21B16	1752A	B16	24,4
	B	17	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	21B17	1752A	B17	24,4
	B	18	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2264	CJ5E88TGIW	01	21B18	1752A	B18	17,7
	B	19	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	21B19	1752A	B19	17,7
	B	20	NK5EPPG48Y	227	kabinet fyziky	CFPSL2WHY	2271	CJ5E88TGIW	01	21B20	1752A	B20	18,2
	B	21	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	21B21	1752A	B21	18,2
	B	22	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	03	21B22	1752A	B22	18,2
	B	23	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2272	CJ5E88TGIW	01	21B23	1752A	B23	15,9
	B	24	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	21B24	1752A	B24	15,9

rozvaděč	panel	panel	panel			zásuvka	zásuvka	konektor zás.	port zás.	port zásuvky	kabel	kabel	kabel
číslo	označení	port	konektor	místnost	popis	typ	označení	typ	číslo	označení	typ	označení	délka
2.1	C	1	NK5EPPG48Y	227	kabinet fyziky	CFPSL2WHY	2273	CJ5E88TGIW	01	21C01	1752A	C01	18,9
	C	2	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	21C02	1752A	C02	18,9
	C	3	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	03	21C03	1752A	C03	18,9
	C	4	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2274	CJ5E88TGIW	01	21C04	1752A	C04	21,7
	C	5	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	21C05	1752A	C05	21,7
	C	6	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	03	21C06	1752A	C06	21,7
	C	7	NK5EPPG48Y	228	kabinet chemie	CFPSL2WHY	2281	CJ5E88TGIW	01	21C07	1752A	C07	18,4
	C	8	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	21C08	1752A	C08	18,4
	C	9	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	03	21C09	1752A	C09	18,4
	C	10	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2282	CJ5E88TGIW	01	21C10	1752A	C10	22,9
	C	11	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	21C11	1752A	C11	22,9
	C	12	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	03	21C12	1752A	C12	22,9
	C	13	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2283	CJ5E88TGIW	01	21C13	1752A	C13	25,9
	C	14	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	21C14	1752A	C14	25,9
	C	15	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	03	21C15	1752A	C15	25,9
	C	16	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2284	CJ5E88TGIW	01	21C16	1752A	C16	20,1
	C	17	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	21C17	1752A	C17	20,1
	C	18	NK5EPPG48Y	229	učebna chemie	CFPSL2WHY	2291	CJ5E88TGIW	01	21C18	1752A	C18	22,7
	C	19	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	21C19	1752A	C19	22,7
	C	20	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2292	CJ5E88TGIW	01	21C20	1752A	C20	27,5
	C	21	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	21C21	1752A	C21	27,5
	C	22	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2293	CJ5E88TGIW	01	21C22	1752A	C22	28,0
	C	23	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	21C23	1752A	C23	28,0
	C	24	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2294	CJ5E88TGIW	01	21C24	1752A	C24	31,3
2.1	D	1	NK5EPPG48Y	229	učebna chemie	CFPSL2WHY	2294	CJ5E88TGIW	02	21D1	1752A	D1	31,3
	D	2	NK5EPPG48Y		AP21								21,2
	D	3	NK5EPPG48Y		AP22								13,7
	D	4	NK5EPPG48Y		AP23								2,0

rozvaděč	panel	panel	panel			zásuvka	zásuvka	konektor zás.	port zás.	port zásuvky	kabel	kabel	kabel
číslo	označení	port	konektor	místnost	popis	typ	označení	typ	číslo	označení	typ	označení	délka
2.2	A	1	NK5EPPG48Y	203	učebna	CFPSL2WHY	2031	CJ5E88TGIW	01	22A01	1752A	A01	16,6
	A	2	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	22A02	1752A	A02	16,6
	A	3	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2032	CJ5E88TGIW	01	22A03	1752A	A03	20,9
	A	4	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	22A04	1752A	A04	20,9
	A	5	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2033	CJ5E88TGIW	01	22A05	1752A	A05	21,4
	A	6	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	22A06	1752A	A06	21,4
	A	7	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2034	CJ5E88TGIW	01	22A07	1752A	A07	23,7
	A	8	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	22A08	1752A	A08	23,7
	A	9	NK5EPPG48Y	204	cvičná kuchyňka	CFPSL2WHY	2041	CJ5E88TGIW	01	22A09	1752A	A09	13,5
	A	10	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	22A10	1752A	A10	13,5
	A	11	NK5EPPG48Y	205	učebna	CFPSL2WHY	2051	CJ5E88TGIW	01	22A11	1752A	A11	3,4
	A	12	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	22A12	1752A	A12	3,4
	A	13	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2052	CJ5E88TGIW	01	22A13	1752A	A13	7,0
	A	14	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	22A14	1752A	A14	7,0
	A	15	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2053	CJ5E88TGIW	01	22A15	1752A	A15	7,5
	A	16	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	22A16	1752A	A16	7,5
	A	17	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2054	CJ5E88TGIW	01	22A17	1752A	A17	9,7
	A	18	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	22A18	1752A	A18	9,7
	A	19	NK5EPPG48Y	206	učebna	CFPSL2WHY	2061	CJ5E88TGIW	01	22A19	1752A	A19	11,7
	A	20	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	22A20	1752A	A20	11,7
	A	21	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2062	CJ5E88TGIW	01	22A21	1752A	A21	15,2
	A	22	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	22A22	1752A	A22	15,2
	A	23	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2063	CJ5E88TGIW	01	22A23	1752A	A23	15,7
	A	24	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	22A24	1752A	A24	15,7

rozvaděč	panel	panel	panel			zásuvka	zásuvka	konektor zás.	port zás.	port zásuvky	kabel	kabel	kabel
číslo	označení	port	konektor	místnost	popis	typ	označení	typ	číslo	označení	typ	označení	délka
2.2	B	1	NK5EPPG48Y	206	učebna	CFPSL2WHY	2064	CJ5E88TGIW	01	22B01	1752A	B01	4,5
	B	2	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	22B02	1752A	B02	4,5
	B	3	NK5EPPG48Y	207	učebna	CFPSL2WHY	2071	CJ5E88TGIW	01	22B03	1752A	B03	13,0
	B	4	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	22B04	1752A	B04	13,0
	B	5	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2072	CJ5E88TGIW	01	22B05	1752A	B05	16,7
	B	6	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	22B06	1752A	B06	16,7
	B	7	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2073	CJ5E88TGIW	01	22B07	1752A	B07	17,2
	B	8	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	22B08	1752A	B08	17,2
	B	9	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2074	CJ5E88TGIW	01	22B09	1752A	B09	20,7
	B	10	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	22B10	1752A	B10	20,7
	B	11	NK5EPPG48Y	208	kabinet	CFPSL2WHY	2081	CJ5E88TGIW	01	22B11	1752A	B11	15,1
	B	12	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	22B12	1752A	B12	15,1
	B	13	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	03	22B13	1752A	B13	15,1
	B	14	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2082	CJ5E88TGIW	01	22B14	1752A	B14	16,6
	B	15	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	22B15	1752A	B15	16,6
	B	16	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	03	22B16	1752A	B16	16,6
	B	17	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2083	CJ5E88TGIW	01	22B17	1752A	B17	18,4
	B	18	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	22B18	1752A	B18	18,4
	B	19	NK5EPPG48Y	209	učebna	CFPSL2WHY	2091	CJ5E88TGIW	01	22B19	1752A	B19	21,8
	B	20	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	22B20	1752A	B20	21,8
	B	21	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2092	CJ5E88TGIW	01	22B21	1752A	B21	25,3
	B	22	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	22B22	1752A	B22	25,3
	B	23	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2093	CJ5E88TGIW	01	22B23	1752A	B23	25,8
	B	24	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	22B24	1752A	B24	25,8

rozvaděč	panel	panel	panel			zásuvka	zásuvka	konektor zás.	port zás.	port zásuvky	kabel	kabel	kabel
číslo	označení	port	konektor	místnost	popis	typ	označení	typ	číslo	označení	typ	označení	délka
2.2	C	1	NK5EPPG48Y	209	učebna	CFPSL2WHY	2094	CJ5E88TGIW	01	22C1	1752A	C1	15,2
	C	2	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	22C2	1752A	C2	15,2
	C	3	NK5EPPG48Y	210	učebna	CFPSL2WHY	2101	CJ5E88TGIW	01	22C3	1752A	C3	27,0
	C	4	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	22C4	1752A	C4	27,0
	C	5	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2102	CJ5E88TGIW	01	22C5	1752A	C5	33,8
	C	6	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	22C6	1752A	C6	33,8
	C	7	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2103	CJ5E88TGIW	01	22C7	1752A	C7	34,3
	C	8	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	22C8	1752A	C8	34,3
	C	9	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2104	CJ5E88TGIW	01	22C9	1752A	C9	21,3
	C	10	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	22C10	1752A	C10	21,3
	C	11	NK5EPPG48Y	211	kabinet	CFPSL2WHY	2111	CJ5E88TGIW	01	22C11	1752A	C11	27,4
	C	12	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	22C12	1752A	C12	27,4
	C	13	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	03	22C13	1752A	C13	27,4
	C	14	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2112	CJ5E88TGIW	01	22C14	1752A	C14	25,3
	C	15	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	22C15	1752A	C15	25,3
	C	16	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	03	22C16	1752A	C16	25,3
	C	17	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	2113	CJ5E88TGIW	01	22C17	1752A	C17	24,5
	C	18	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	22C18	1752A	C18	24,5
	C	19	NK5EPPG48Y		AP24								9,4
	C	20	NK5EPPG48Y		AP25								11,7
	C	21	NK5EPPG48Y		AP26								21,2

rozvaděč	panel	panel	panel			zásuvka	zásuvka	konektor zás.	port zás.	port zásuvky	kabel	kabel	kabel
číslo	označení	port	konektor	místnost	popis	typ	označení	typ	číslo	označení	typ	označení	délka
3.1	A	1	NK5EPPG48Y	319	učebna	CFPSL2WHY	3191	CJ5E88TGIW	01	31A1	1752A	A01	19,1
	A	2	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	31A2	1752A	A02	19,1
	A	3	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3192	CJ5E88TGIW	01	31A3	1752A	A03	23,3
	A	4	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	31A4	1752A	A04	23,3
	A	5	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3193	CJ5E88TGIW	01	31A5	1752A	A05	23,8
	A	6	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	31A6	1752A	A06	23,8
	A	7	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3194	CJ5E88TGIW	01	31A7	1752A	A07	10,2
	A	8	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	31A8	1752A	A08	10,2
	A	9	NK5EPPG48Y	320	učebna	CFPSL2WHY	3201	CJ5E88TGIW	01	31A9	1752A	A09	11,5
	A	10	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	31A10	1752A	A10	11,5
	A	11	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3202	CJ5E88TGIW	01	31A11	1752A	A11	15,2
	A	12	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	31A12	1752A	A12	15,2
	A	13	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3203	CJ5E88TGIW	01	31A13	1752A	A13	15,7
	A	14	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	31A14	1752A	A14	15,7
	A	15	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3204	CJ5E88TGIW	01	31A15	1752A	A15	4,7
	A	16	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	31A16	1752A	A16	4,7
	A	17	NK5EPPG48Y	321	učebna	CFPSL2WHY	3211	CJ5E88TGIW	01	31A17	1752A	A17	3,5
	A	18	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	31A18	1752A	A18	3,5
	A	19	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3212	CJ5E88TGIW	01	31A19	1752A	A19	7,2
	A	20	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	31A20	1752A	A20	7,2
	A	21	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3213	CJ5E88TGIW	01	31A21	1752A	A21	7,7
	A	22	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	31A22	1752A	A22	7,7
	A	23	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3214	CJ5E88TGIW	01	31A23	1752A	A23	10,4
	A	24	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	31A24	1752A	A24	10,4



rozvaděč	panel	panel	panel			zásuvka	zásuvka	konektor zás.	port zás.	port zásuvky	kabel	kabel	kabel
číslo	označení	port	konektor	místnost	popis	typ	označení	typ	číslo	označení	typ	označení	délka
3.1	B	1	NK5EPPG48Y	322	kabinet	CFPSL2WHY	3221	CJ5E88TGIW	01	31B01	1752A	B01	11,7
	B	2	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	31B02	1752A	B02	11,7
	B	3	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	03	31B03	1752A	B03	11,7
	B	4	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3222	CJ5E88TGIW	01	31B04	1752A	B04	15,4
	B	5	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	31B05	1752A	B05	15,4
	B	6	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	03	31B06	1752A	B06	15,4
	B	7	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3223	CJ5E88TGIW	01	31B07	1752A	B07	16,5
	B	8	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	31B08	1752A	B08	16,5
	B	9	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	03	31B09	1752A	B09	16,5
	B	10	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3224	CJ5E88TGIW	01	31B10	1752A	B10	18,2
	B	11	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	31B11	1752A	B11	18,2
	B	12	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	03	31B12	1752A	B12	18,2
	B	13	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3225	CJ5E88TGIW	01	31B13	1752A	B13	17,1
	B	14	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	31B14	1752A	B14	17,1
	B	15	NK5EPPG48Y	323	učebna	CFPSL2WHY	3231	CJ5E88TGIW	01	31B15	1752A	B15	12,8
	B	16	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	31B16	1752A	B16	12,8
	B	17	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3232	CJ5E88TGIW	01	31B17	1752A	B17	16,6
	B	18	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	31B18	1752A	B18	16,6
	B	19	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3233	CJ5E88TGIW	01	31B19	1752A	B19	17,1
	B	20	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	31B20	1752A	B20	17,1
	B	21	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3234	CJ5E88TGIW	01	31B21	1752A	B21	20,4
	B	22	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	31B22	1752A	B22	20,4
	B	23	NK5EPPG48Y	324	učebna	CFPSL2WHY	3241	CJ5E88TGIW	01	31B23	1752A	B23	17,4
	B	24	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	31B24	1752A	B24	17,4



rozvaděč	panel	panel	panel			zásuvka	zásuvka	konektor zás.	port zás.	port zásuvky	kabel	kabel	kabel
číslo	označení	port	konektor	místnost	popis	typ	označení	typ	číslo	označení	typ	označení	délka
3.1	C	1	NK5EPPG48Y	324	učebna	CFPSL2WHY	3242	CJ5E88TGIW	01	31C1	1752A	C1	21,2
	C	2	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	31C2	1752A	C2	21,2
	C	3	NK5EPPG48Y				3243	CJ5E88TGIW	01	31C3	1752A	C3	21,7
	C	4	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	31C4	1752A	C4	21,7
	C	5	NK5EPPG48Y				3244	CJ5E88TGIW	01	31C5	1752A	C5	26,7
	C	6	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	31C6	1752A	C6	26,7
	C	7	NK5EPPG48Y	325	kabinet	CFPSL2WHY	3251	CJ5E88TGIW	01	31C7	1752A	C7	27,2
	C	8	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	31C8	1752A	C8	27,2
	C	9	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	03	31C9	1752A	C9	27,2
	C	10	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3252	CJ5E88TGIW	01	31C10	1752A	C10	29,7
	C	11	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	31C11	1752A	C11	29,7
	C	12	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	03	31C12	1752A	C12	29,7
	C	13	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3253	CJ5E88TGIW	01	31C13	1752A	C13	30,0
	C	14	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	31C14	1752A	C14	30,0
	C	15	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	03	31C15	1752A	C15	30,0
	C	16	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3254	CJ5E88TGIW	01	31C16	1752A	C16	28,0
	C	17	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	31C17	1752A	C17	28,0
	C	18	NK5EPPG48Y		AP31								20,8
	C	19	NK5EPPG48Y		AP32								12,2
	C	20	NK5EPPG48Y		AP33								2,1
	C	21	NK5EPPG48Y		AP34								13,4

rozvaděč	panel	panel	panel			zásuvka	zásuvka	konektor zás.	port zás.	port zásuvky	kabel	kabel	kabel
číslo	označení	port	konektor	místnost	popis	typ	označení	typ	číslo	označení	typ	označení	délka
3.2	A	1	NK5EPPG48Y	303	učebna	CFPSL2WHY	3031	CJ5E88TGIW	01	32A01	1752A	A1	12,5
	A	2	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	32A02	1752A	A2	12,5
	A	3	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3032	CJ5E88TGIW	01	32A03	1752A	A3	16,7
	A	4	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	32A04	1752A	A4	16,7
	A	5	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3033	CJ5E88TGIW	01	32A05	1752A	A5	17,2
	A	6	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	32A06	1752A	A6	17,2
	A	7	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3034	CJ5E88TGIW	01	32A07	1752A	A7	20,1
	A	8	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	32A08	1752A	A8	20,1
	A	9	NK5EPPG48Y	304	učebna	CFPSL2WHY	3041	CJ5E88TGIW	01	32A09	1752A	A9	2,9
	A	10	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	32A10	1752A	A10	2,9
	A	11	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3042	CJ5E88TGIW	01	32A11	1752A	A11	7,1
	A	12	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	32A12	1752A	A12	7,1
	A	13	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3043	CJ5E88TGIW	01	32A13	1752A	A13	7,6
	A	14	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	32A14	1752A	A14	7,6
	A	15	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3044	CJ5E88TGIW	01	32A15	1752A	A15	10,0
	A	16	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	32A16	1752A	A16	10,0
	A	17	NK5EPPG48Y	305	učebna	CFPSL2WHY	3051	CJ5E88TGIW	01	32A17	1752A	A17	11,2
	A	18	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	32A18	1752A	A18	11,2
	A	19	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3052	CJ5E88TGIW	01	32A19	1752A	A19	15,3
	A	20	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	32A20	1752A	A20	15,3
	A	21	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3053	CJ5E88TGIW	01	32A21	1752A	A21	15,8
	A	22	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	32A22	1752A	A22	15,8
	A	23	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3054	CJ5E88TGIW	01	32A23	1752A	A23	4,9
	A	24	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	32A24	1752A	A24	4,9

rozvaděč	panel	panel	panel			zásuvka	zásuvka	konektor zás.	port zás.	port zásuvky	kabel	kabel	kabel
číslo	označení	port	konektor	místnost	popis	typ	označení	typ	číslo	označení	typ	označení	délka
3.2	B	1	NK5EPPG48Y	306	učebna	CFPSL2WHY	3061	CJ5E88TGIW	01	32B01	1752A	B1	13,8
	B	2	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	32B02	1752A	B2	13,8
	B	3	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3062	CJ5E88TGIW	01	32B03	1752A	B3	18,0
	B	4	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	32B04	1752A	B4	18,0
	B	5	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3063	CJ5E88TGIW	01	32B05	1752A	B5	18,5
	B	6	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	32B06	1752A	B6	18,5
	B	7	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3064	CJ5E88TGIW	01	32B07	1752A	B7	17,4
	B	8	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	32B08	1752A	B8	17,4
	B	9	NK5EPPG48Y	307	kabinet	CFPSL2WHY	3071	CJ5E88TGIW	01	32B09	1752A	B9	12,1
	B	10	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	32B10	1752A	B10	12,1
	B	11	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	03	32B11	1752A	B11	12,1
	B	12	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3072	CJ5E88TGIW	01	32B12	1752A	B12	15,6
	B	13	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	32B13	1752A	B13	15,6
	B	14	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	03	32B14	1752A	B14	15,6
	B	15	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3073	CJ5E88TGIW	01	32B15	1752A	B15	16,6
	B	16	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	32B16	1752A	B16	16,6
	B	17	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	03	32B17	1752A	B17	16,6
	B	18	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3074	CJ5E88TGIW	01	32B18	1752A	B18	14,1
	B	19	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	32B19	1752A	B19	14,1
	B	20	NK5EPPG48Y	308	učebna	CFPSL2WHY	3081	CJ5E88TGIW	01	32B20	1752A	B20	21,2
	B	21	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	32B21	1752A	B21	21,2
	B	22	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3082	CJ5E88TGIW	01	32B22	1752A	B22	24,8
	B	23	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	32B23	1752A	B23	24,8

rozvaděč	panel	panel	panel			zásuvka	zásuvka	konektor zás.	port zás.	port zásuvky	kabel	kabel	kabel
číslo	označení	port	konektor	místnost	popis	typ	označení	typ	číslo	označení	typ	označení	délka
3.2	C	1	NK5EPPG48Y	308	učebna	CFPSL2WHY	3083	CJ5E88TGIW	01	32C01	1752A	C1	25,2
	C	2	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	32C02	1752A	C2	25,2
	C	3	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3084	CJ5E88TGIW	01	32C03	1752A	C3	17,7
	C	4	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	32C04	1752A	C4	17,7
	C	5	NK5EPPG48Y	309	učebna	CFPSL2WHY	3091	CJ5E88TGIW	01	32C05	1752A	C5	28,2
	C	6	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	32C06	1752A	C6	28,2
	C	7	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3092	CJ5E88TGIW	01	32C07	1752A	C7	32,0
	C	8	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	32C08	1752A	C8	32,0
	C	9	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3093	CJ5E88TGIW	01	32C09	1752A	C9	32,5
	C	10	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	32C10	1752A	C10	32,5
	C	11	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3094	CJ5E88TGIW	01	32C11	1752A	C11	24,6
	C	12	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	32C12	1752A	C12	24,6
	C	13	NK5EPPG48Y	310	kabinet	CFPSL2WHY	3101	CJ5E88TGIW	01	32C13	1752A	C13	26,8
	C	14	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	32C14	1752A	C14	26,8
	C	15	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	03	32C15	1752A	C15	26,8
	C	16	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3102	CJ5E88TGIW	01	32C16	1752A	C16	24,9
	C	17	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	32C17	1752A	C17	24,9
	C	18	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	03	32C18	1752A	C18	24,9
	C	19	NK5EPPG48Y			CFPSL2WHY	3103	CJ5E88TGIW	01	32C19	1752A	C19	29,2
	C	20	NK5EPPG48Y					CJ5E88TGIW	02	32C20	1752A	C20	29,2
	C	21	NK5EPPG48Y		AP35								2,1
	C	22	NK5EPPG48Y		AP36								8,1
	C	23	NK5EPPG48Y		AP37								16,0